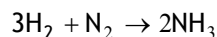


# Cinética química

## RESOLUCIÓN DE CUESTIONES

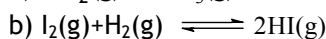
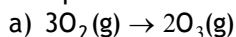
### Cuestión 1

Escribe la expresión de velocidad de reacción en función de la concentración de cada una de las especies que intervienen en el proceso de obtención de amoníaco, según la reacción:



### Cuestión 2

Escribe la expresión de velocidad para las siguientes reacciones en términos de desaparición de los reactivos y de la aparición de los productos.



### Cuestión 3

La energía de activación correspondiente a la reacción:  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D}$ , es de 28'5 kJ/mol, mientras que para la reacción inversa el valor de dicha energía es de 37'3 kJ/mol.

- ¿Qué reacción es más rápida, la directa o la inversa?
- La reacción directa, ¿es exotérmica o endotérmica?
- Dibuja un diagrama entálpico de ambos procesos?

### Cuestión 4

Dada la siguiente ecuación de velocidad,  $v = k \cdot [\text{A}] \cdot [\text{B}]^2$  correspondiente a la siguiente reacción química,  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$ , indique, razonadamente, si cada una de las siguientes proposiciones es verdadera o falsa:

- La constante  $k$  es independiente de la temperatura.
- La reacción es de primer orden respecto de A y de primer orden con respecto de B pero de segundo orden para el conjunto de la reacción.
- La velocidad de reacción posee un valor constante mientras dura la reacción química.

### Cuestión 5

Se ha comprobado experimentalmente que la reacción  $2\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$  es de primer orden respecto al reactivo A y de primer orden respecto al reactivo B.

- Escribe la ecuación de velocidad.
- ¿Cuál es el orden total de la reacción?
- ¿Qué factores pueden modificar la velocidad de la reacción?

### Cuestión 6

Indique, razonadamente, si cada una de las siguientes proposiciones es verdadera o falsa:

- La  $k$  de velocidad para una ecuación de primer orden se expresa en unidades de  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ .
- Las unidades de la velocidad de una reacción dependen del orden total de la reacción.
- En la ecuación de Arrhenius:  $k = A \cdot e^{-E_a/RT}$

### Cuestión 7

Indique cuáles de las siguientes proposiciones son correctas:

- La adición de un catalizador rebaja la energía de activación.
- La adición de un catalizador modifica la velocidad de reacción directa.
- La adición de un catalizador modifica el estado de equilibrio de la reacción.

### Cuestión 8

En la reacción  $A+B \rightarrow C+D$  se comprueba experimentalmente que  $v = k \cdot [A][B]$ , en donde  $k = A \cdot e^{-E_a/RT}$

- Explica el significado de cada uno de los términos que aparecen en la ecuación de Arrhenius.
- En unas determinadas condiciones, la velocidad de la reacción es  $v = 0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ . Indica, razonadamente, varias formas de acelerar la reacción.

## RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

### Problema 1

la reacción:  $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$

La energía de activación es 181 kJ/mol. A 500 °C, la constante de velocidad es  $2'5 \cdot 10^{-2} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

a) ¿A qué temperatura la constante de velocidad es el doble del valor a 500 °C?

b) ¿Cuál es la constante de velocidad a 1000°C?

Dato:  $R = 8'31 \cdot 10^{-3} \text{ kJ/K} \cdot \text{mol}$

### Problema 2

Para cierta reacción, la constante de velocidad se duplica al elevar la temperatura desde 15 °C hasta 25 °C, Calcular:

a) La energía de activación,  $E_a$ .

b) La constante de velocidad a 100 °C si, a 25 °C,  $k$  vale  $1'2 \cdot 10^{-2} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Dato:  $R = 8'31 \cdot 10^{-3} \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

### Problema 3

La reacción química  $A + B \rightarrow C$  es de primer orden respecto de A y de B. Con los siguientes datos:

Experimento	$[A_0] \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$[B_0] \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	Velocidad inicial de la reacción
1	0'01	0'01	$6 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
2	0'02	0'01	$X_1$
3	0'01	$X_2$	$18 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

Dígame si son verdaderas o falsas cada uno de las siguientes proposiciones:

a)  $X_1 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

b)  $X_2 = 0'03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

c) Para el 1<sup>er</sup> experimento  $k = 6 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

### Problema 4

Se ha medido la velocidad en la reacción  $A + 2 B \rightarrow C$  a 25 °C, para lo que se han diseñado cuatro experimentos, obteniéndose como resultado la siguiente tabla de valores:

Experimento	$[A_0] \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$[B_0] \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$V_0 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$
1	0'1	0'1	$5'5 \cdot 10^{-6}$
2	0'2	0'1	$2'2 \cdot 10^{-5}$
3	0'1	0'3	$1'65 \cdot 10^{-5}$
4	0'1	0'6	$3'3 \cdot 10^{-5}$

Determine

a) la ley de velocidad para la reacción

b) su constante de velocidad.

### Problema 5

La reacción  $A+B \rightarrow AB$  es de primer orden respecto a cada reactivo. Cuando la concentración de A es 0'2 M y la de B es 0'8 M, la velocidad de formación de AB es  $5'6 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

a) Calcula el valor de la constante de velocidad.

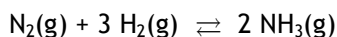
b) ¿Cuánto valdrá la velocidad de reacción en el momento en que  $[A]=0'1 \text{ moles/L}$  y  $[B]=0'4 \text{ moles/L}$ ?

# Equilibrio Químico

## RESOLUCIÓN DE CUESTIONES

### Cuestión 1

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.

### Cuestión 2

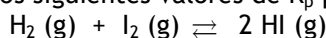
En el equilibrio:  $C(s) + O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g)$

Escriba las expresiones de  $K_c$  y  $K_p$

b) Establezca la relación entre ambas.

### Cuestión 3

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:

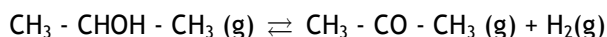


T (°C)	340	360	380	400	420	440	460	480
$K_p$	70'8	66'0	61'9	57'7	53'7	50'5	46'8	43'8

- 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.

### Cuestión 4

A la temperatura de 650 K, la deshidrogenación del 2-propanol 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.

### Cuestión 5

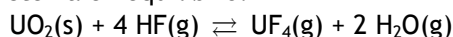
Para la reacción:  $SnO_2(s) + 2 H_2(g) \rightleftharpoons 2 H_2O(g) + Sn(s)$

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.

### Cuestión 6

Suponga el siguiente sistema en equilibrio:

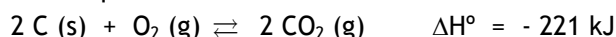


Explique hacia dónde se desplaza el equilibrio cuando:

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

### Cuestión 7

Se establece el siguiente equilibrio:



Razone si la concentración de  $\text{O}_2$  aumenta, disminuye o permanece invariable:

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

### Cuestión 8

Para los compuestos poco solubles  $\text{CuBr}$ ,  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  y  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ :

- Escriba la ecuación de equilibrio de solubilidad en agua.
- La expresión del producto de solubilidad.
- El valor de la solubilidad en función del producto de solubilidad.

### Cuestión 9

Cómo se modificará la solubilidad del carbonato de calcio (sólido blanco insoluble,  $\text{CaCO}_3$ ) si a una disolución saturada de esta sal se le adiciona:

- Carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).
- $\text{CaCO}_3$ .
- Cloruro de calcio.

### Cuestión 10

Determine si se produce un precipitado (aparición de una fase sólida en el seno de una disolución) cuando se mezclan dos volúmenes iguales de disoluciones  $0,0002 \text{ M}$  de un catión (ion cargado positivamente) y un anión (ion cargado negativamente) de las siguientes especies:

- $\text{Ag}^+$  y  $\text{Cl}^-$ .
- $\text{Pb}^{2+}$  y  $\text{I}^-$ .
- $\text{Bi}^{3+}$  y  $\text{S}^{2-}$ .

Datos:  $K_s(\text{AgCl}) = 2,8 \cdot 10^{-10}$ ;  $K_s(\text{PbI}_2) = 1,4 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_s(\text{Bi}_2\text{S}_3) = 1,5 \cdot 10^{-72}$

### Cuestión 11

Indique si son ciertas o falsas las siguientes aseveraciones:

- El valor de la constante del producto de solubilidad alcanza su máximo valor después de varios minutos.
- Una disolución saturada de un compuesto insoluble,  $\text{A}_m\text{B}_n$ , tiene una concentración de sal disuelta que es  $m + n$  veces la solubilidad.
- El valor de la constante del producto de solubilidad depende de la temperatura.

### Cuestión 12

Indique si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones:

- a) Si a una disolución saturada de una sal insoluble se le añade uno de los iones que la forma, disminuye la solubilidad.
- b) Dos especies iónicas de cargas opuestas forman un precipitado (compuesto insoluble) cuando el producto de sus concentraciones actuales es igual al producto de solubilidad.
- c) Para desplazar un equilibrio de solubilidad hacia la formación de más cantidad de sólido insoluble, se extrae de la disolución una porción del precipitado.

### Cuestión 13

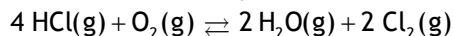
Indique si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones:

- a) El desplazamiento de un equilibrio de solubilidad de un compuesto insoluble hacia la solubilización del precipitado puede hacerse retirando uno de los iones que forman la sal insoluble.
- b) Si a un equilibrio de solubilidad de un sólido insoluble se le añade más sólido insoluble, el equilibrio no se desplaza hacia ningún lado.
- c) La molaridad de una disolución saturada de una sal insoluble es su solubilidad.

## RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

### Problema 1

En un recipiente de 4 litros, a una cierta temperatura, se introducen las cantidades de HCl, O<sub>2</sub> y Cl<sub>2</sub> indicadas en la tabla, estableciéndose el siguiente equilibrio:



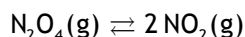
	HCl	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Cl <sub>2</sub>
moles iniciales	0'16	0'08	0	0'02
moles en equilibrio	0'06			

Calcule:

- a) Los datos necesarios para completar la tabla.
- b) El valor de K<sub>c</sub> a esa temperatura.

### Problema 2

El N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> se disocia en NO<sub>2</sub>, según la ecuación:



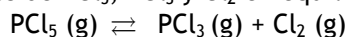
Si en un recipiente de 4 litros en el que se ha hecho el vacío se introducen 0'20 moles de N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> y 0'20 moles de NO<sub>2</sub> y se calienta a 50°C:

- 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<sub>c</sub>=0'029 a 50 °C.

### Problema 3

A 523 K las concentraciones de PCl<sub>5</sub>, PCl<sub>3</sub> y Cl<sub>2</sub> en equilibrio para la reacción:

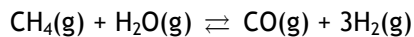


son 0,809 M, 0,190 M y 0,190 M, respectivamente. Calcule a esa temperatura:

- a) Las presiones parciales de las tres especies en el equilibrio.
- b) La constante K<sub>p</sub> de la reacción.

### Problema 4

En un recipiente de 1 L y a una temperatura de 800°C, se alcanza el siguiente equilibrio:



Calcule:

- a) Los datos que faltan en la tabla.

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

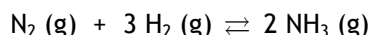
- b) La constante de equilibrio K<sub>p</sub>.

Dato. R = 0'082 atm·L·K<sup>-1</sup>·mol<sup>-1</sup>.



### Problema 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:



Encontrándose que se han formado 0,060 moles de amoníaco. Calcule:

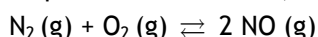
a) La composición de la mezcla gaseosa en equilibrio.

b)  $K_c$  y  $K_p$  a la citada temperatura.

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

### Problema 6

En un recipiente de 5 litros se introducen 1,84 moles de nitrógeno y 1,02 moles de oxígeno. Se calienta el recipiente hasta 2000°C, estableciéndose el equilibrio:



En estas condiciones, reacciona el 3 % del nitrógeno existente. Calcule:

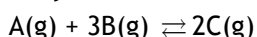
a) El valor de  $K_c$  a dicha temperatura.

b) La presión total en el recipiente, una vez alcanzado el equilibrio.

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

### Problema 7

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



Sabiendo que cuando se alcanza el equilibrio el número de moles de B es igual al de C. Calcule:

a) Las concentraciones de cada componente en el equilibrio.

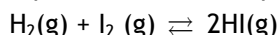
b) El valor de las constantes de equilibrio  $K_c$  y  $K_p$  a esa temperatura.

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

### Problema 8

Se introduce una mezcla de 0,50 moles de  $\text{H}_2$  y 0,50 moles de  $\text{I}_2$  en un recipiente de 1 litro y se calienta a la temperatura de 430 °C. Calcule:

a) Las concentraciones de  $\text{H}_2$ ,  $\text{I}_2$  y  $\text{HI}$  en el equilibrio, sabiendo que, a esa temperatura, la constante de equilibrio  $K_c$  es 54,3 para la reacción:

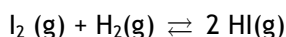


b) El valor de la constante  $K_p$  a la misma temperatura.

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

### Problema 9

En una vasija que tiene una capacidad de 3 litros se hace el vacío y se introducen 0,5 gramos de  $\text{H}_2$  y 30 gramos de  $\text{I}_2$ . Se eleva la temperatura a 500°C, estableciéndose el siguiente equilibrio:



para el que  $K_c$  vale 50. Calcule:

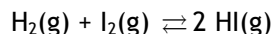
a) Moles de  $\text{HI}$  que se han formado.

b) Moles de  $\text{I}_2$  presentes en el equilibrio.

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

### Problema 10

En un recipiente de 10 L se hacen reaccionar, a 450°C, 0,75 moles de H<sub>2</sub> y 0,75 moles de I<sub>2</sub>, según la ecuación:



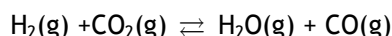
Sabiendo que a esa temperatura  $K_c = 50$ , calcule en el equilibrio:

- El número de moles de H<sub>2</sub>, I<sub>2</sub> y de HI.
- La presión total en el recipiente y el valor de  $K_p$ .

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

### Problema 11

En un recipiente de 1L, a 2000 K, se introducen  $6,1 \cdot 10^{-3}$  moles de CO<sub>2</sub> y una cierta cantidad de H<sub>2</sub>, produciéndose la reacción:



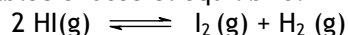
Si cuando se alcanza el equilibrio, la presión total es de 6 atm, calcule:

- Los moles iniciales de H<sub>2</sub>.
- Los moles en el equilibrio de todas las especies químicas presentes.

Datos.  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $K_c = 4,4$ .

### Problema 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:



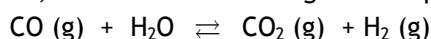
En estas condiciones, la fracción molar del HI en la mezcla es 0,80. Calcule:

- Las concentraciones de cada gas y  $K_c$
- La presión parcial de cada gas y  $K_p$

Datos. Masas atómicas: H = 1; I = 127.

### Problema 13

Se añade un número igual de moles de CO y H<sub>2</sub>O a un recipiente cerrado de 5 L que se encuentra a 327 °C, estableciéndose el siguiente equilibrio:



Una vez alcanzado éste, se encuentra que la concentración de CO<sub>2</sub> es 4,6 M y el valor de  $K_c$  es 302.

- ¿Cuáles son las concentraciones de CO, H<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O en el equilibrio?
- Calcule la presión total del sistema en el equilibrio.

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

### Problema 14

Para el siguiente equilibrio:  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$

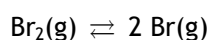
el valor de la constante  $K_c$ , a 360 °C, es 0,58. En un recipiente de 25 litros se introducen 2,0 moles de PCl<sub>3</sub>, 1,5 moles de Cl<sub>2</sub> y 0,15 moles de PCl<sub>5</sub> y se calienta hasta 360°C. Calcule:

- Las concentraciones de todas las especies en el equilibrio.
- Las presiones parciales de cada una de las especies en equilibrio.

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

### Problema 15

A 1200 °C, el valor de la constante  $K_c$  es  $1'04 \cdot 10^{-3}$  para el equilibrio:

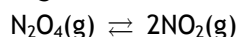


Si la concentración inicial de bromo molecular es 1 M, calcule:

- El tanto por ciento de  $\text{Br}_2$  que se encuentra disociado.
- La concentración de bromo atómico en el equilibrio.

### Problema 16

En un recipiente de 5 litros se introducen 0,28 moles de  $\text{N}_2\text{O}_4$  a 50 °C. A esa temperatura, el  $\text{N}_2\text{O}_4$  se disocia según:



Al llegar al equilibrio, la presión total es de 2 atm. Calcule:

- El grado de disociación del  $\text{N}_2\text{O}_4$  a esa temperatura.
- El valor de  $K_p$  a 50 °C.

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

### Problema 17

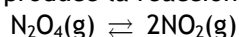
Para el equilibrio,  $\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$

la constante de equilibrio  $K_c$  es 54'8 a 425 °C. Calcule:

- 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  $\text{H}_2$  en un recipiente de un litro de capacidad.
- El porcentaje de disociación del HI.

### Problema 18

En un recipiente de 2 litros que se encuentra a 25 °C, se introducen 0'50 gramos de  $\text{N}_2\text{O}_4$  en estado gaseoso y se produce la reacción:



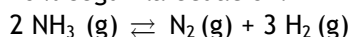
Calcule:

- La presión parcial ejercida por el  $\text{N}_2\text{O}_4$  en el equilibrio.
- El grado de disociación del mismo.

Datos.  $K_p = 0'114$  ; Masas atómicas: N = 14; O = 16.

### Problema 19

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.

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

### Problema 20

Al calentar  $\text{PCl}_5(\text{g})$  a  $250\text{ }^\circ\text{C}$ , en un reactor de 1 litro de capacidad, se descompone según:



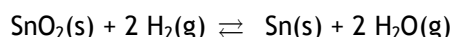
Si una vez alcanzado el equilibrio, el grado de disociación es 0,8 y la presión total es 1 atm, calcule:

- El número de moles de  $\text{PCl}_5$  iniciales.
- La constante  $K_p$  a esa temperatura.

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

### Problema 21

Para la reacción en equilibrio:



a  $750\text{ }^\circ\text{C}$ , la presión total del sistema es 32,0 mm de Hg y la presión parcial del agua 23,7 mm de Hg. Calcule:

- El valor de la constante  $K_p$  para dicha reacción, a  $750\text{ }^\circ\text{C}$ .
- Los moles de vapor de agua y de hidrógeno presentes en el equilibrio, sabiendo que el volumen del reactor es de dos litros.

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

### Problema 22

El cloruro de amonio se descompone según la reacción:



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  $300\text{ }^\circ\text{C}$  hasta que se alcanza el equilibrio. El valor de  $K_p$  a dicha temperatura es  $1,2 \cdot 10^{-3}$ .

Calcule:

- La presión total de la mezcla en equilibrio.
- La masa de cloruro de amonio sólido que queda en el recipiente.

Datos.  $R = 0,082\text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Masas atómicas: H = 1; N = 14; Cl = 35,5

### Problema 23

Para la reacción:  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$

$K_p = 10$ , a la temperatura de  $815\text{ }^\circ\text{C}$ . Calcule, en el equilibrio:

- Las presiones parciales de  $\text{CO}_2$  y  $\text{CO}$  a esa temperatura, cuando la presión total en el reactor es de 2 atm.
- El número de moles de  $\text{CO}_2$  y de  $\text{CO}$ , si el volumen del reactor es de 3 litros.

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

### Problema 24

Una muestra de 6,53 g de  $\text{NH}_4\text{HS}$  se introduce en un recipiente de 4 L de capacidad, en el que previamente se ha hecho el vacío, y se descompone a  $27^\circ\text{C}$  según la ecuación:



Una vez establecido el equilibrio la presión total en el interior del recipiente es 0,735 atm. Calcule:

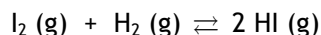
- Las constantes de equilibrio  $K_p$  y  $K_c$ .
- El porcentaje de hidrogenosulfuro de amonio que se ha descompuesto.

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

### Problema 25

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<sub>2</sub>, 0,12 moles de I<sub>2</sub> y 0,08 moles de HI. Calcule:

a) K<sub>c</sub> y K<sub>p</sub> para la reacción:

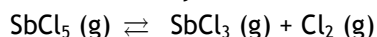


b) La cantidad de hidrógeno que se ha de introducir en el matraz para duplicar el número de moles de HI, manteniéndose constante la temperatura.

Datos. R = 0'082 atm·L·K<sup>-1</sup>·mol<sup>-1</sup>.

### Problema 26

En un recipiente se introduce una cierta cantidad de SbCl<sub>5</sub> y se calienta a 182 °C, alcanzando la presión de una atmósfera y estableciéndose el equilibrio:



Sabiendo que en las condiciones anteriores el SbCl<sub>5</sub>, se disocia en un 29'2 %. Calcule:

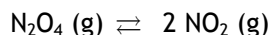
a) Las constantes de equilibrio K<sub>p</sub>.

b) La presión total necesaria para que, a esa temperatura, el SbCl<sub>5</sub> se disocie un 60%.

Datos R = 0'082 atm·L·K<sup>-1</sup>·mol<sup>-1</sup>.

### Problema 27

A 50 °C y presión de 1 atm, el N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> se disocia en un 40 % en NO<sub>2</sub>, según la reacción:



Calcule:

a) Las constantes de equilibrio K<sub>p</sub> y K<sub>c</sub>.

b) El grado de disociación del N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> a la misma temperatura pero a una presión de 10 atm.

Datos. R = 0'082 atm·L·K<sup>-1</sup>·mol<sup>-1</sup>.

### Problema 28

Calcule la solubilidad molar a 25 °C del Ag<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (sólido insoluble), sabiendo que, a esa temperatura, 100 mL de una disolución saturada del mismo produce por evaporación un residuo de 5'46 g.

Datos. Masas atómicas: C = 12; O = 16; Ag = 108.

### Problema 29

Se desea preparar 1 L de disolución saturada de CaCO<sub>3</sub> (sólido cristalino blanco insoluble) a una temperatura determinada. Calcule:

a) La solubilidad de la sal.

b) La cantidad mínima necesaria de carbonato de calcio para preparar la disolución saturada.

Datos. K<sub>s</sub> (CaCO<sub>3</sub>) = 4'8 · 10<sup>-9</sup>. Masas atómicas: C = 12; O = 16; Ca = 40.

### Problema 30

El cromato de plomo (sólido amarillento insoluble,  $\text{PbCrO}_4$ ) tiene una solubilidad en agua de  $5'3 \cdot 10^{-7}$  mol/L, a 25 °C. Calcule el producto de solubilidad del compuesto a esa temperatura.

### Problema 31

Se sabe que las solubilidades en agua a 25 °C del  $\text{PbI}_2$  (sólido amarillo insoluble) y  $\text{Ag}_3\text{AsO}_4$  (sólido blanco insoluble) son respectivamente  $1'84 \cdot 10^{-3}$  y  $1'39 \cdot 10^{-6}$  M. Calcule:

- c) El producto de solubilidad del ioduro de plomo a esa temperatura.
- d) El producto de solubilidad del arseniato de plata a esa temperatura.

### Problema 32

Calcule el producto de solubilidad del  $\text{MgCO}_3$ , 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.

### Problema 33

La solubilidad del hidróxido de magnesio,  $\text{Mg(OH)}_2$ , en agua es de 9'6 mg/L a 25 °C. Calcule:

- a) El producto de solubilidad de este hidróxido insoluble a esa temperatura.
- b) La solubilidad a 25 °C, en una disolución 0'1 M de  $\text{Mg(NO}_3)_2$ .

Datos. Masas atómicas: H = 1; O = 16; Mg = 24'3.

### Problema 34

Calcule la concentración de iones  $\text{Pb}^{2+}$  en las siguientes condiciones:

- a) En una disolución saturada de cloruro de plomo en agua
- b) En una disolución saturada de cloruro de plomo en presencia de cloruro a una concentración de 0'02 M.

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

### Problema 35

La solubilidad del  $\text{CaF}_2$  es de 86 mg/L a 25 °C. Calcule:

- a) La concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{F}^-$  en una disolución saturada de dicha sal.
- b) El producto de solubilidad de la sal a esa temperatura.

Datos. Masas atómicas: F = 19; Ca = 40.

### Problema 36

El producto de solubilidad del cromato de plata (sólido amarillo-rojizo insoluble,  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ), a una temperatura dada es  $1'1 \cdot 10^{-12}$ . Calcule:

- a) La molaridad de una disolución saturada de dicha sal a esa temperatura.
- b) La solubilidad del cromato de plata en mg/L.

Datos. Masas atómicas: O = 16; Cr = 52; Ag = 108.

### Problema 37

Se disuelve  $\text{Co(OH)}_2$  en agua hasta obtener una disolución saturada a una temperatura dada. Se conoce que la concentración de iones  $\text{OH}^-$  es  $3 \cdot 10^{-5}$  M. Calcule:

- La concentración de iones  $\text{Co}^{2+}$  de esta disolución.
- El valor de la constante del producto de solubilidad del compuesto poco soluble a esa temperatura.

### Problema 38

Conociendo que el producto de solubilidad del  $\text{Fe(OH)}_3$  a  $25^\circ\text{C}$  es de  $6'3 \cdot 10^{-36}$ , calcule la solubilidad molar en agua de dicho compuesto a esa temperatura.

### Problema 39

Sabiendo que el producto de solubilidad del  $\text{Pb(OH)}_2$  a una temperatura dada es de  $4 \cdot 10^{-15}$ . Calcule la concentración de catión ( $\text{Pb}^{2+}$ ) disuelto.

### Problema 40

Calcule la solubilidad del  $\text{CaSO}_4$ :

- En agua pura.
  - En una disolución  $0'50$  M de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
- Dato:  $K_s(\text{CaSO}_4) = 9'1 \cdot 10^{-6}$ .

### Problema 41

Calcule la solubilidad del  $\text{Ag}_2\text{S}$  en los siguientes casos:

- En agua pura.
  - En una disolución  $0'1$  M de  $\text{AgNO}_3$ .
- Dato:  $K_s(\text{Ag}_2\text{S}) = 8 \cdot 10^{-51}$ .

### Problema 42

Calcule la solubilidad del  $\text{PbI}_2$  en los siguientes casos:

- En agua pura.
  - En una disolución  $0'5$  M de  $\text{Pb(NO}_3)_2$ .
  - En una disolución  $0'1$  M de  $\text{KI}$ .
- Dato:  $K_s(\text{PbI}_2) = 1'4 \cdot 10^{-8}$

### Problema 43

Calcule la solubilidad del  $\text{Ag}_3\text{AsO}_4$  en los siguientes casos:

- En una disolución  $0'1$  M de  $\text{AgNO}_3$ .
  - En una disolución  $0'1$  M de  $\text{Na}_3\text{AsO}_4$ .
- Dato:  $K_s(\text{Ag}_3\text{AsO}_4) = 10^{-22}$ .

#### Problema 44

Se mezclan 100 mL de disolución 1M de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  con 100 mL de disolución 0'1 M de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ .

- Razone si se forma o no un precipitado de  $\text{PbSO}_4$ .
- Calcule la cantidad de compuesto insoluble ( $\text{PbSO}_4$ ) que se forma.

Dato:  $K_s (\text{PbSO}_4) = 1'58 \cdot 10^{-8}$ .

#### Problema 45

Indique si se formará un precipitado de  $\text{PbI}_2$  (fase sólida amarilla) cuando a 100 mL de una disolución 0'01 M de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  se le añaden 50 mL de una disolución de KI 0'02 M.

Dato:  $K_s (\text{PbI}_2) = 7'1 \cdot 10^{-9}$ .

#### Problema 46

Se mezclan 10 mL de disolución  $10^{-3}$  M de  $\text{Ca}^{2+}$  con 10 mL de disolución  $2 \cdot 10^{-3}$  M de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

- Justifique si se forma o no precipitado.
- En caso de que se forme precipitado, calcule la cantidad de sólido formado ( $\text{CaCO}_3$ ).

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

#### Problema 47

Se mezclan 100 mL de disolución 0'02 M de  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  con 50 mL de disolución 0'15 M de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Calcule la concentración de las especies disueltas.

Dato:  $K_s (\text{BaSO}_4) = 1'1 \cdot 10^{-10}$ .