

# Cinética y equilibrio

Ejercicios 6/03/21

## Cinética química

**1** | En internet se vende dióxido de cloro,  $\text{ClO}_2$ , como la panacea  
SM16 | contra el cáncer y otras enfermedades, fraudulentamente publicitado bajo las siglas MMS (Milagroso Mineral Suplemento). En realidad es un gas tóxico que se emplea en las plantas depuradoras de agua. En disoluciones básicas se disuelve según la reacción:



- a) Determina la ley de velocidad para la reacción a partir de los datos de la tabla.  
b) Calcula la constante de velocidad,  $k$ .

$[\text{ClO}_2]_0$	$[\text{OH}^-]_0$	$v \text{ (mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}\text{)}$
0,060	0,030	0,0248
0,020	0,030	0,00827
0,020	0,090	0,0247

*Solución:* a)  $v = k[\text{ClO}_2][\text{OH}^-]$ ; b)  $13,8 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$

**2** | El aspartamo es un edulcorante artificial muy utilizado en re-  
SM16 | frescos. Sin embargo, se descompone en disolución acuosa.

A partir de los datos de la tabla siguiente, correspondientes a la descomposición del aspartamo, determina:

- a) La ley de velocidad.  
b) La constante de velocidad, k.

$[\text{Aspartamo}]_0$	$v \text{ (mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}\text{)}$
0,017	$8,5 \cdot 10^{-6}$
0,012	$6,0 \cdot 10^{-6}$
0,008	$4,0 \cdot 10^{-7}$

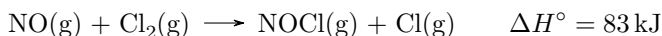
*Solución:* a)  $v = k[\text{Aspartamo}]$ ; b)  $5,0 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

**3**

SM16

El gran físico Niels Bohr utilizó agua regia para disolver el oro de las medallas de dos premios nobeles de física y ocultarlo a los nazis. El agua regia suele tener un color naranja debido a la formación de cloruro de nitrosilo, NOCl.

Considera la siguiente reacción en una sola etapa para la formación de este compuesto:



- a) Dibuja un diagrama de energía de reacción, sabiendo que la energía de activación de la reacción directa tiene un valor de  $86 \text{ kJ mol}^{-1}$ .  
b) Calcula la energía de activación correspondiente a la reacción inversa.

*Solución:* b)  $3,0 \text{ kJ mol}^{-1}$

**4**

SM16

A temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , la leche fresca (no pasteurizada) se agria en 9 horas, pero si se mantiene en la nevera a  $5^\circ\text{C}$ , tarda en estropearse 48 horas. Calcula la energía de activación para el proceso químico de deterioro de la leche fresca.

*Sugerencia:* la velocidad de reacción es inversamente proporcional al tiempo que tarda en producirse un cambio dado.

*Solución:*  $76 \text{ kJ mol}^{-1}$

**5**

OXF16

En la reacción  $\text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \longrightarrow 2\text{NH}_3\text{(g)}$ , el nitrógeno está reaccionando a una velocidad de  $0,3 \text{ M/min}$ . Calcula la velocidad a la que está desapareciendo el hidrógeno y a la que se está formando el amoniaco. Con los datos de los que dispones,

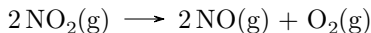
¿podrías proponer valores adecuados para x e y en la expresión  $v = [\text{N}_2]^x [\text{H}_2]^y$  o necesitarías alguna otra información?

*Solución:*  $v[\text{H}_2] = 0,9 \text{ M/min}$ ;  $v[\text{NH}_3] = 0,6 \text{ M/min}$

## 6

OXF16

Para la reacción



se sabe que  $k = 1,60 \text{ /M/s}$  para  $T = 375 \text{ K}$ , mientras que  $k = 7,50 \text{ /M/s}$  para  $T = 430 \text{ K}$ .

- Calcula la energía de activación.
- A la vista de las unidades de k, indica de qué orden es la reacción.

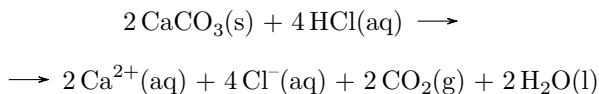
*Solución:* a) 37,6 kJ/mol; b) orden 2

## 7

OXF16

Teniendo en cuenta los principios de la cinética química, responde a las siguientes cuestiones:

- Sin utilizar un catalizador ni incrementar la temperatura, explica dos maneras diferentes de aumentar la velocidad de reacción entre el  $\text{CaCO}_3$  sólido y el  $\text{HCl}$ :

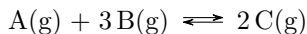


- Razona la veracidad o falsedad de la afirmación: «En una reacción en equilibrio, la incorporación de un catalizador provoca un desplazamiento de la situación de equilibrio hacia la formación de los productos».
- La reacción irreversible  $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \longrightarrow \text{C}(\text{g})$  en fase gaseosa se produce en un recipiente de volumen variable. Razona el efecto que tendrá sobre la velocidad una reducción del volumen del recipiente.

## 8

OXF16

Para la reacción exotérmica



el orden de reacción es 1,5 respecto de A y 2 respecto de B.

- Define velocidad de reacción y aplica ese concepto a cada uno de los compuestos de la reacción.
- Escribe la ecuación de velocidad de esa reacción e indica el significado de la constante.
- ¿Cómo se modifica la velocidad de reacción si se duplica la concentración de A? ¿Y si se triplica la concentración de B?

*Solución:* c)  $v' = 2,83 \cdot v$ ;  $v' = 9 \cdot v$

- 9** | Se han obtenido los siguientes datos de la reacción  $A + B \longrightarrow C$  a una determinada temperatura:

Experimento	$[A]_0 \text{ mol L}^{-1}$	$[B]_0 \text{ mol L}^{-1}$	$v_0 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$
1	0,2	0,2	$8 \cdot 10^{-3}$
2	0,6	0,2	$24 \cdot 10^{-3}$
3	0,2	0,4	$32 \cdot 10^{-3}$

Halla el orden de reacción respecto de A y B, la ecuación de velocidad y la constante de velocidad (incluye las unidades).

*Solución:*  $v = k[A][B]^2$ ;  $k = 1 \text{ M}^{-2} \text{ s}^{-1}$

- 10** | Para la reacción química general  $A + B \longrightarrow C + D$ , la ley de velocidad está representada por la ecuación  $v = k[A][B]^2$ . Determine las unidades de la constante de velocidad para esta ley de velocidad. (0,5 puntos)

- 11** | Para la reacción química general  $A + B \longrightarrow C + D$ , a una temperatura determinada, la velocidad inicial de desaparición de A varía con las concentraciones iniciales de los reactivos en la forma que se indica en la tabla:

Exp	$[A]_0 \text{ (M)}$	$[B]_0 \text{ (M)}$	$v_0 \text{ (M/s)}$
1	0,2	0,2	$2,32 \cdot 10^{-4}$
2	0,8	0,2	$9,28 \cdot 10^{-4}$
3	1,2	1,2	$8,35 \cdot 10^{-3}$

- Determine la ecuación de velocidad para la reacción, indi-

cando el orden de reacción parcial respecto del reactivo A y del reactivo B. (2,0 puntos)

- ii. Calcule el valor de la constante de velocidad,  $k$ , e indique sus unidades. (0,5 puntos)

**12** | En la reacción de descomposición de un compuesto orgánico  
OXF16 | se han obtenido los siguientes datos relativos a la constante de velocidad a diferentes temperaturas:

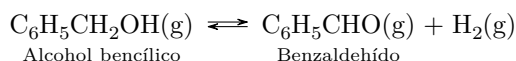
T (K)	200	400	600	800	1000
k (1/s)	385	605	703	758	793

Calcula el factor de frecuencia ( $A$ ) y la energía de activación ( $E_a$ ), mediante una representación logarítmica de los datos conforme a la ecuación de Svante Arrhenius.

*Solución:*  $A = 954,1 \text{ s}^{-1}$ ;  $E_a = 1516,6 \text{ J mol}^{-1}$

## Equilibrio químico

**13** | El benzaldehído, conocido en farmacia como “aceite de almendras amargas”, es el ingrediente activo del aroma de almendras.  
SM16 | Se obtiene industrialmente por deshidrogenación del alcohol bencílico:



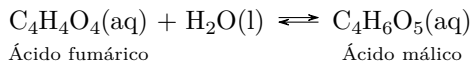
A 250 °C, la  $K_P$  para la reacción es 0,56. Se colocan 1,50 g de alcohol bencílico en un matraz de 2,0 L y se calientan a 250 °C. Cuando se alcance el equilibrio,

- a) ¿Cuál será la presión parcial de benzaldehído?  
b) ¿Cuántos gramos de alcohol bencílico quedarán?

*Solución:* a) 0,22 atm: b) 0,40 g

**14** | El famoso ciclo de Krebs es la ruta más importante del  
SM16 | metabolismo aeróbico. Uno de los pasos de este ciclo es la

formación de ácido málico por hidratación de ácido fumárico, catalizada por la enzima fumarasa:



Se preparó 1,00 L de disolución a partir de agua y 40,2 g de ácido málico. En el equilibrio, la disolución contenía 7,78 g de ácido fumárico.

Calcula el valor de  $K_C$  para la reacción dada.

*Solución:* 3,48

- 15** | En un recipiente de 2 L se han colocado tres sustancias, A, B  
OXF16 y C, en cuatro situaciones distintas a la misma temperatura. Las cantidades de A, B y C son las que se indican en la tabla. Sabiendo que las sustancias reaccionan de forma que  $\text{A} + \frac{1}{2}\text{B} \rightleftharpoons 2\text{C}$  y que, a esa temperatura,  $K_C = 2,25$ , indica en qué casos el sistema estará en equilibrio. Si no lo está, predice en qué sentido evolucionará para alcanzarlo.

Exp.	A(mol)	B(mol)	C(mol)
1	2	2	3
2	4	8	6
3	6	4	2
4	6	2	8

- 16** | Se introducen 0,1 mol de  $\text{SbCl}_5$  en un recipiente de 2 L, se  
OXF16 calientan a  $182^\circ\text{C}$  y se produce su disociación según la reacción:

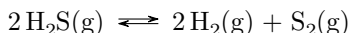


Al llegar al equilibrio, el número de moles de  $\text{SbCl}_5$  es 0,083. Calcula:

- La constante de equilibrio  $K_C$ , y  $K_P$ .
- La presión total de la mezcla en equilibrio.

*Solución:* a)  $K_C = 1,74 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_P = 6,5 \cdot 10^{-2}$ ; b)  $p_T = 2,18 \text{ atm}$

- 17** | A  $700^\circ\text{C}$ , el  $\text{H}_2\text{S}$  se descompone según la reacción:  
OXF16



cuya  $K_C$  vale, a esa temperatura,  $9,3 \cdot 10^{-8}$ . En un recipiente de 3 L se colocan 0,45 mol de  $\text{H}_2\text{S}$  y se calientan hasta  $700^\circ\text{C}$ . ¿Cuál es la presión parcial del  $\text{H}_2$  cuando se alcanza el equilibrio?

*Solución:* 0,13 atm

**18** | A la temperatura de  $35^\circ\text{C}$  disponemos, en un recipiente de 310  
OXF16  $\text{cm}^3$  de capacidad, de una mezcla gaseosa que contiene 1,660 g de  $\text{N}_2\text{O}_4$  en equilibrio con 0,385 g de  $\text{NO}_2$ .

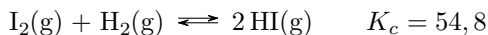
*Dato:*  $R = 0,082 \text{ atmL/mol/K}$

- Calcula la  $K_C$  de disociación del  $\text{N}_2\text{O}_4$  a  $35^\circ\text{C}$ .
- A  $150^\circ\text{C}$ , el valor numérico de  $K_C$  es de 3,2. ¿Cuál debe ser el volumen del recipiente para que estén en equilibrio 1 mol de tetróxido y 2 mol de dióxido de nitrógeno?

*Solución:* a)  $K_C = 12,57 \cdot 10^{-3}$ ; b) 1,25 L

**19** | Al comienzo de una reacción en un reactor de 3,5 L a  $200^\circ\text{C}$   
MGH16 existen 0,249 mol de  $\text{N}_2$ ,  $3,21 \cdot 10^{-2}$  mol de  $\text{H}_2$  y  $6,42 \cdot 10^{-4}$  mol de  $\text{NH}_3$ . Si el valor de la constante de equilibrio  $K_C$  para el proceso de formación del amoníaco es 0,65 a esa temperatura, indica si el sistema se encuentra en equilibrio y, en caso contrario, ¿qué es lo que debería ocurrir para que alcance el equilibrio?

**20** | Para la reacción química a  $425^\circ\text{C}$   
EBAU19-X



cuando las concentraciones se expresan en mol/L. En un recipiente cerrado de 5 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se introducen 13 g de  $\text{I}_2$ , 2,02 g de  $\text{H}_2$  y 20,04 g de HI. La mezcla se calienta a  $425^\circ\text{C}$ .

- Indique, de forma razonada, el sentido en el que el sistema evolucionará de forma espontánea para alcanzar el estado de equilibrio. (1,25 puntos)
- Calcule el valor de la concentración en el equilibrio de cada una de las sustancias que intervienen en la reacción. (1,25 puntos)

*Datos:* Masas atómicas:  $I = 126,91 \text{ u}$ ;  $H = 1,01 \text{ u}$ .