

TEMA 2.3 DIFUSIÓN EN SÓLIDOS

1. El coeficiente de difusión para el Al en el Cu es $2,5 \cdot 10^{-20} \text{ cm}^2/\text{s}$ a 200°C y $3,1 \cdot 10^{-13} \text{ cm}^2/\text{s}$ a 500°C . Calcular la energía de activación para la difusión del Al en Cu.
2. El coeficiente de difusión para el Zn en el Cu es $1,4 \cdot 10^{-17} \text{ cm}^2/\text{s}$ a 300°C y $8,0 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^2/\text{s}$ a 600°C . Determinar:
 - a) La energía de activación Q
 - b) La constante de difusión D_0 para el Zn en el Cu.
3. Una hoja de Fe de $0,01 \text{ cm}$ de espesor separa una cámara de reacción en 2 secciones. Un gas que contiene $5 \cdot 10^{20}$ átomos de H/cm^3 está a un lado de la hoja y un gas que contiene $3 \cdot 10^{19}$ átomos de H/cm^3 en el otro.
 - a) Determinar el gradiente de concentración del hidrógeno en la hoja
 - b) Calcular la densidad de flujo de átomos de hidrógeno si el sistema se mantiene a 911°C donde el Fe es cúbico centrado en el cuerpo. Datos: D_0 del H en Fe cc = $0,0012 \text{ cm}^2/\text{s}$; Q del H en Fe cc = 3600 cal/mol
 - c) Evaluar la densidad de flujo de átomos de hidrógeno si el sistema está a 913°C donde el Fe es cúbico centrado en las caras. Datos del H en Feccc: $D_0 = 0,0063 \text{ cm}^2/\text{s}$; $Q = 10300 \text{ cal/mol}$
4. Considérese el gas carburante de un engranaje de acero a 927°C . Calcule el tiempo (en minutos) necesario para incrementar el contenido en carbono hasta $0,4\%$ a $0,5 \text{ mm}$ bajo la superficie. Suponga que el contenido en C en la superficie ese $0,9\%$ y que el acero tiene un contenido en carbono de $0,2\%$. Dato: $D_{927^\circ\text{C}} = 1,28 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$
5. Considérese el gas carburado de una pieza de acero a 927°C . Calcular el contenido en carbono a $0,5 \text{ mm}$ por debajo de la superficie de la pieza durante un proceso de carburación de 5 horas. El carbono en la superficie de la pieza es del $0,9\%$ y el acero tiene un $0,2\%$.
 $D_{927^\circ\text{C}} = 1,28 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$
6. Una pieza de acero de $0,2\%$ de carbono se somete a cementación gaseosa a 1000°C . La concentración de equilibrio en la superficie es de $0,9\%$ de carbono. Calcúlese:
 - a) El tanto por ciento de contenido en carbono a $0,0254 \text{ cm}$ por debajo de la superficie al cabo de una hora.
 - b) el tiempo necesario para alcanzar la misma concentración de carbono a la misma profundidad que en el caso anterior, pero a una temperatura de 900°C .
 $D = 0,21 \exp(-33800/RT) \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
(Considerar que el valor de la energía de activación viene expresado en cal/mol)
7. Considérese la difusión de impurezas de galio en una oblea de silicio. Si el galio se difunde en una oblea que no tenía anteriormente Ga, a una temperatura de 1100°C durante 3 horas, y considerando que la concentración en la superficie es $10^{24} \text{ at}/\text{m}^3$ ¿Cuál es la profundidad por debajo de la superficie en la que la concentración es $10^{22} \text{ at}/\text{m}^3$?
La difusividad a 1100°C es $7 \cdot 10^{-17} \text{ m}^2/\text{s}$

8. Difundimos fósforo en una capa gruesa de silicio sin contenido previo en fósforo a una temperatura de 1100 °C. Si la concentración del fósforo en la superficie es $1 \cdot 10^{18}$ at/cm³ y su concentración a una milimicra de profundidad es $1 \cdot 10^{15}$ at/cm³. ¿Cuál debe ser el tiempo de difusión? $D = 3 \cdot 10^{-13}$ cm²s⁻¹ para el P en Si a 1100 °C.

9. Se forma un par difusivo entre el cobre puro y una aleación cobre-níquel. Después de calentar el par a 1273 K (1000°C) durante 30 días, la concentración del níquel en el cobre es de 10 % a 0,50 mm de la intercara cobre-aleación cobre-níquel. ¿Cuál era la composición inicial de la aleación cobre-níquel?. La constante de difusión y la energía de activación para la difusión del Ni en Cu son $2,7 \cdot 10^{-4}$ m²/s y 236000 J/mol, respectivamente. $K = 8,31$ J/mol.K

10. Se difunde Aluminio en Silicio y se pide:

a) ¿A qué temperatura valdrá el coeficiente de difusión 10^{-14} m².s⁻¹, si para la difusión de Al en Si la energía de activación vale 305140 J.mol⁻¹ y la constante de difusión $1,55 \cdot 10^{-4}$ m².s⁻¹? ($K = 8,31$ J.mol⁻¹.K⁻¹)

b) ¿A qué temperatura la penetración del aluminio en silicio, en una hora, será la mitad que a la temperatura calculada en el apartado a), en el mismo tiempo?