



Equilibrio químico: El estado de equilibrio



Tipos de reacciones

Las reacciones pueden ser irreversibles o reversibles.

En las **irreversibles**, los reactivos, R, se transforman totalmente en productos, P, y si se mezclan productos no se transforman en reactivos. Es decir, el grado de reacción de R en P es del 100%, y el de P en R del 0%. En la reacción se indica con una flecha en el sentido de la transformación.

En las reacciones **reversibles**, los reactivos se transforman en productos, pero no lo hacen totalmente, quedando una cantidad más o menos apreciable de reactivos sin transformarse, con lo que el grado de reacción es un valor entre el 0% y el 100%.

Además, si partes de una mezcla de productos, también se transforman en parte en reactivos, y en todos los casos se llega a una situación en la que la composición de la mezcla de reactivos y productos ya no cambia, que se conoce como **estado de equilibrio químico**. Como la reacción se produce apreciablemente en los dos sentidos, se indica con una **doble flecha**.

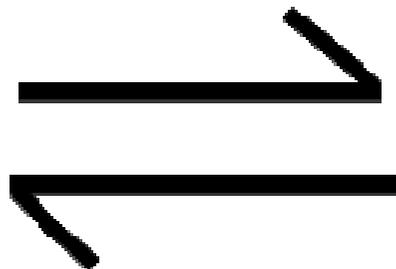


Imagen 2 [L'Aquatique](#), Dominio público

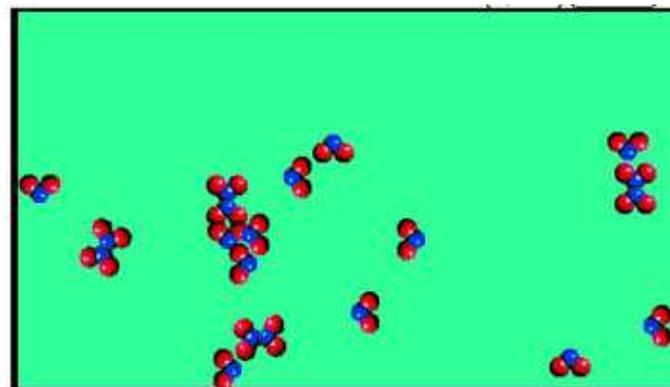


Imagen 2 [Greenbowe](#), Uso educativo



Características del estado de equilibrio

- No varían las propiedades observables del sistema a temperatura constante (en particular, la composición y la presión).
- Las velocidades de las reacciones directa e inversa son iguales, por lo que se trata de un estado dinámico.
- Para que se establezca, es necesario que el sistema esté cerrado.
- Puede alcanzarse partiendo de reactivos, de productos o de una mezcla de ambos.
- El equilibrio químico no se alcanza instantáneamente, sino que transcurre un cierto tiempo desde que se pasa de la situación inicial a la de equilibrio, debido a la propia cinética de las reacciones implicadas.

$$R \rightleftharpoons P$$

$$v_d = k_d[R]$$

$$v_i = k_i[P]$$

$$v_d = v_i$$

$$k_d[R] = k_i[P]$$

$$\frac{k_d}{k_i} = K_{eq} = \frac{[P]}{[R]}$$

Ley de acción de masas



$$K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad K_p = \frac{P_C^c P_D^d}{P_A^a P_B^b}$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$



La composición en el equilibrio

Siendo x la cantidad de sustancia que reacciona de un sustancia A de la que se parte de $n_{inicial}$ moles, su grado de reacción es:

$$\alpha = \frac{x}{n_{inicial}} 100$$

Cuanto mayor sea la constante de equilibrio, más grande es el grado de reacción, que es del 100% si la constante es suficientemente grande.

En las mezclas de gases se utiliza la ecuación de los gases, así como la presión parcial de cada uno de ellos:

$$P_A = \frac{n_A}{n_{total}} P_{total} = X_A P_{total}$$

Termodinámica del equilibrio

Los sistemas químicos evolucionan de forma que se alcanza el equilibrio cuando la entalpía libre de los reactivos y productos que hay presentes es la misma, de manera que para esa composición la entalpía libre total de la mezcla es mínima.

$\Delta G^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$	K	Extensión de la reacción
menor que -60	mayor que 10^{10}	reacción completa
entre -60 y 0	de 10^{10} a 1	predominan los productos en el equilibrio
0	1	equilibrio
entre 0 y +60	de 1 a 10^{-10}	predominan los reactivos en el equilibrio
mayor que +60	menor que 10^{-10}	no se produce la reacción