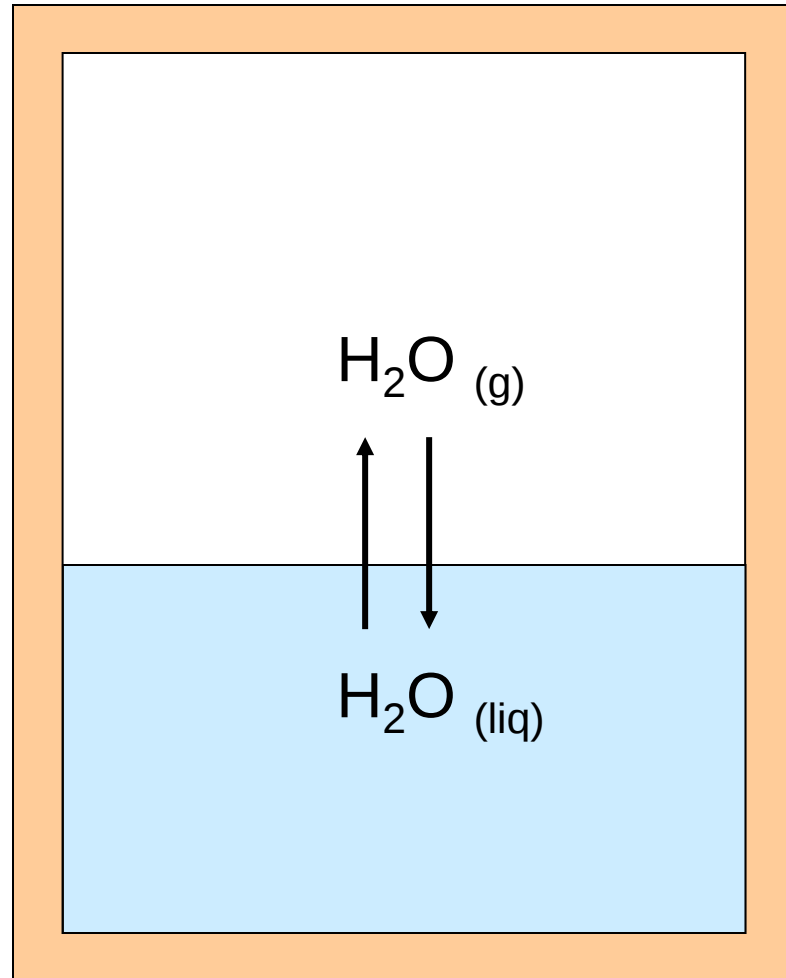


EQUILIBRIO QUÍMICO



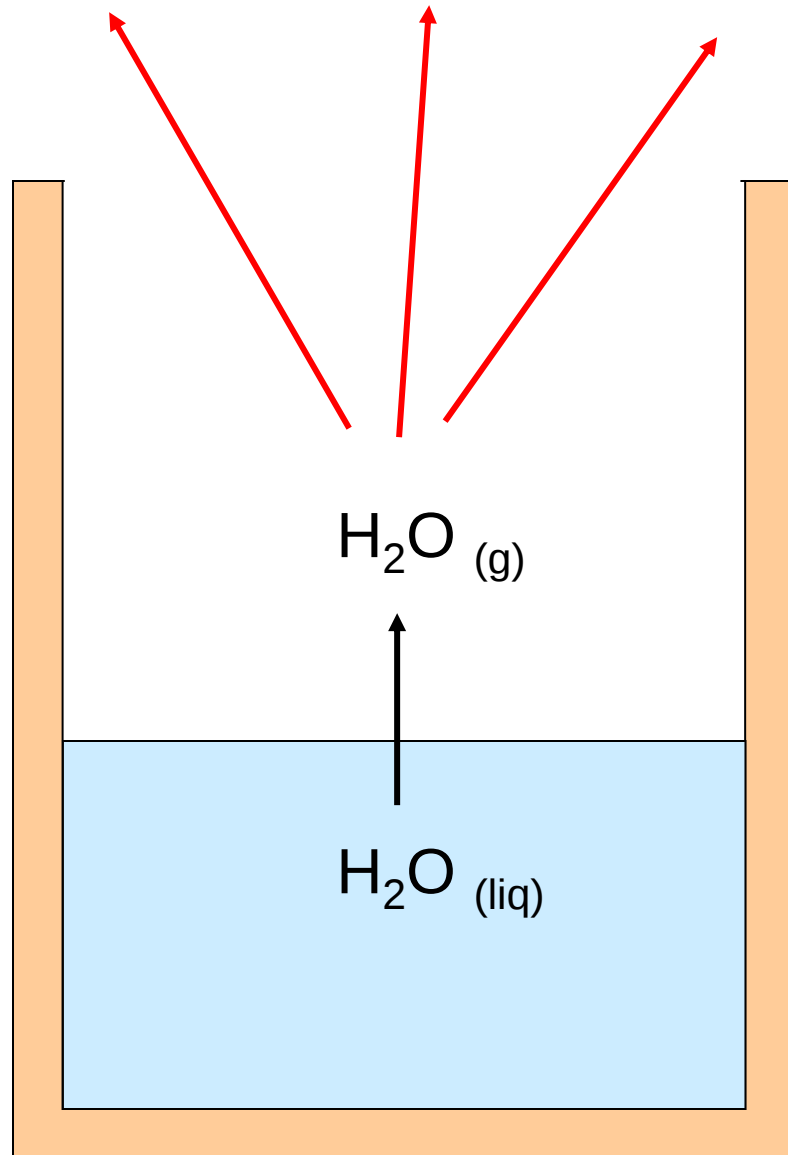
Marco Galleguillos Caamaño
B.Q. Mg. en BQ



Se establece un equilibrio cuando se igualan las velocidades directa e inversa.

En este caso se denomina:

EQUILIBRIO FÍSICO

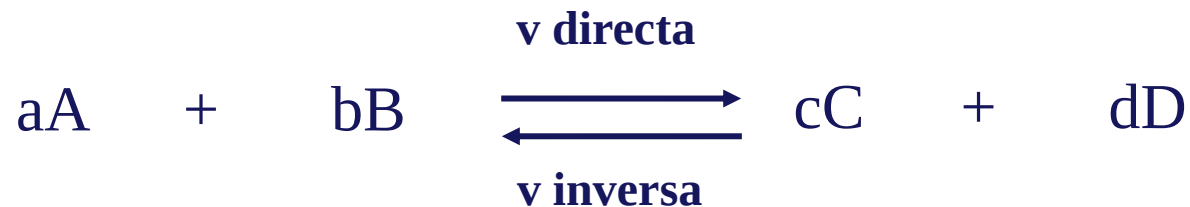


Este sistema está
abierto, por lo tanto no
hay equilibrio

Condiciones básicas para un sistema en equilibrio:

- **Reacción reversible**
- **Sistema cerrado**

Reacción reversible :



$$v_{\text{directa}} = k_{\text{dir}} [A]^a [B]^b$$

$$v_{\text{inversa}} = k_{\text{inv}} [C]^c [D]^d$$

Nota: Cuando la reacción ocurre en una sola etapa, el orden de la reacción coincide con los coeficientes estequiométricos

En el equilibrio se cumple: $v_{\text{directa}} = v_{\text{inversa}}$

$$k_{\text{dir}} [A]^a [B]^b = k_{\text{inv}} [C]^c [D]^d$$

Reacción reversible :



$$\frac{k_{\text{inv}}}{k_{\text{dir}}} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad \text{a T constante}$$

Expresión
de
equilibrio



$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

$$\text{si } K > 1 \quad [C]^c [D]^d > [A]^a [B]^b$$

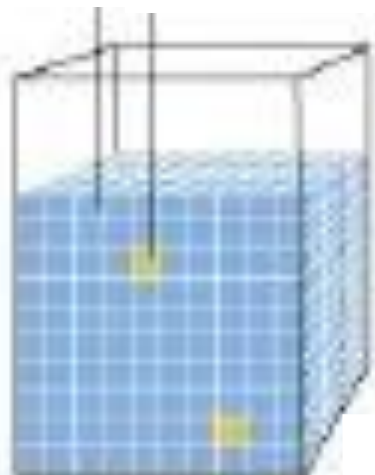
$$\text{si } K = 1 \quad [C]^c [D]^d = [A]^a [B]^b$$

$$\text{si } K < 1 \quad [C]^c [D]^d < [A]^a [B]^b$$

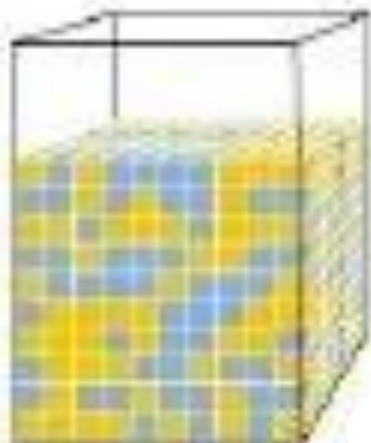
Reactivos



Productos



$$K = 10^{-3}$$



$$K = 1$$



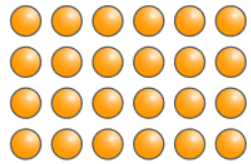
$$K = 10^3$$

El valor de K indica si el equilibrio está desplazado hacia los productos o hacia los reaccionantes

Magnitud de K aumenta



Pequeña
($K < 10^{-3}$)



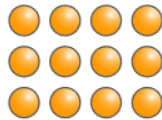
Reactivos



Productos

En su mayoría
reactivos

Intermedia
($10^{-3} < K < 10^3$)



Reactivos



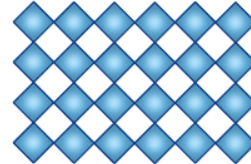
Productos

Cantidades significativas de
reactivos y productos

Grande
($K > 10^3$)



Reactivos



Productos

En su mayoría
productos

Reacción de disociación de N_2O_4



Gas incoloro



**Gas color café
oscuro**

Concentración molar

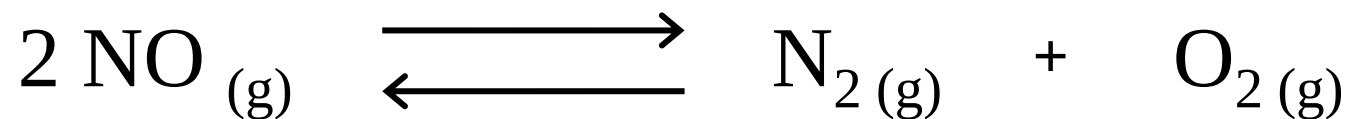
$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$$

Constante de equilibrio

$$K = 4,63 \times 10^{-3} \quad \text{a } 25^\circ\text{C}$$

La constante de equilibrio nos da información acerca de la dirección de una reacción

Reacción	K (a una temperatura T)
$\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons \text{NO}_{2(g)}$	4.63×10^{-3}
$\text{A} \rightleftharpoons \text{B}$	45
$\text{Z} \rightleftharpoons \text{Y} + \text{W}$	0.01



Expresión de equilibrio

Concentración molar

$$K_c = \frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]}{[\text{NO}]^2}$$

Presiones parciales

$$K_p = \frac{P_{\text{N}_2} \times P_{\text{O}_2}}{(P_{\text{NO}})^2}$$

EQUILIBRIO HOMOGÉNEO :

Todas las especies reaccionantes se encuentran en la misma fase.

EQUILIBRIO HETEROGÉNEO :

Reacción reversible en que reactivos y productos se encuentran en distintas fases.

Sistema en equilibrio heterogéneo



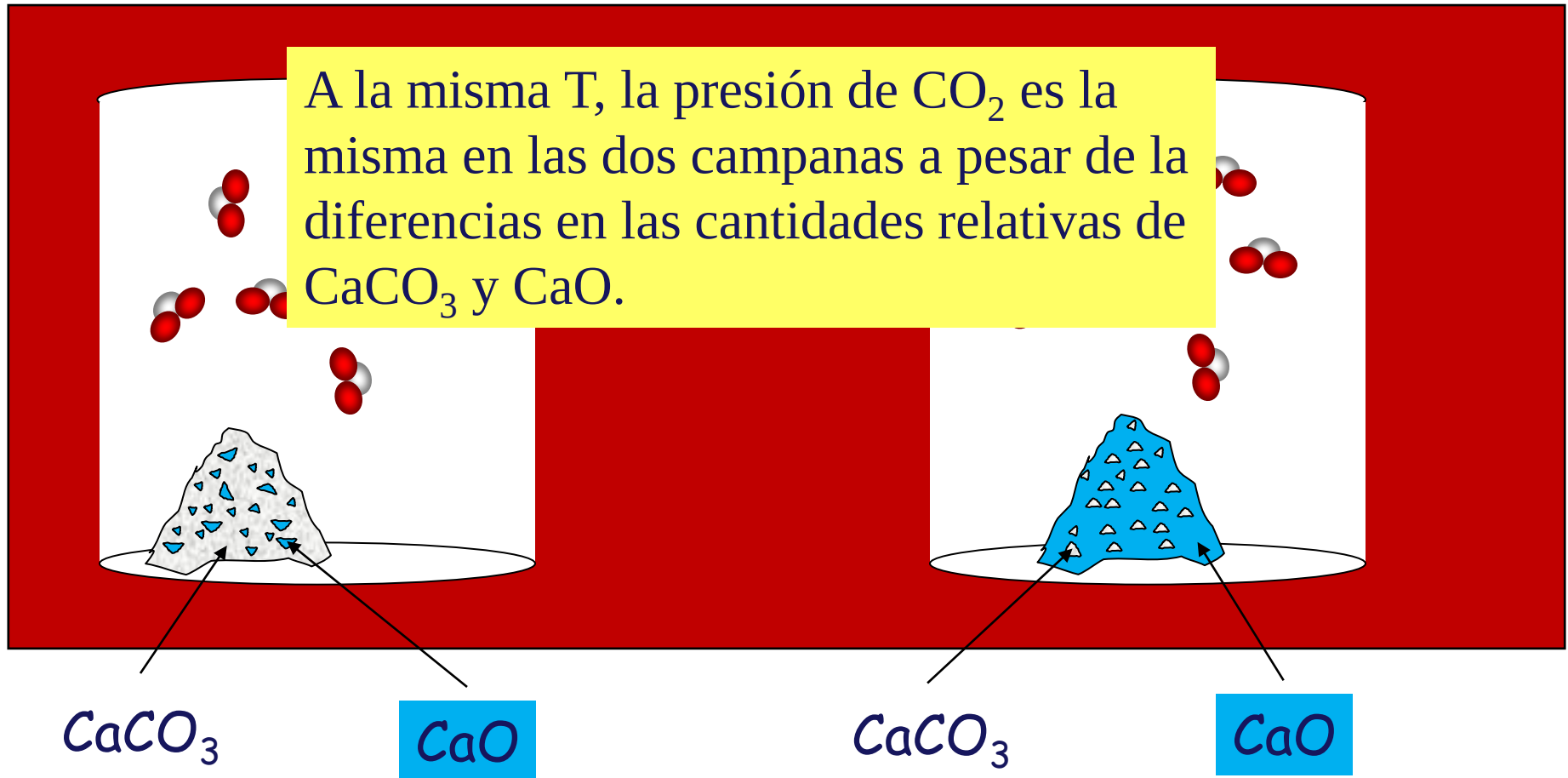
A la misma T, la presión de CO_2 es la misma en las dos campanas a pesar de las diferencias en las cantidades relativas de CaCO_3 y CaO .

CaCO_3

CaO

CaCO_3

CaO

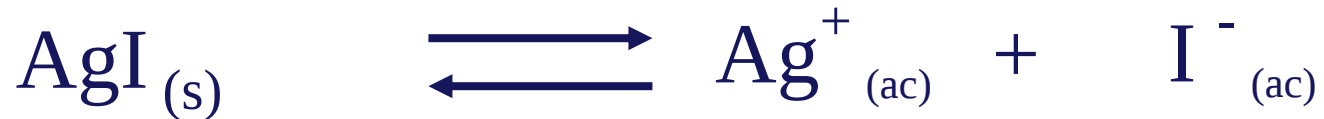




$$K_p = P_{\text{CO}_2}$$

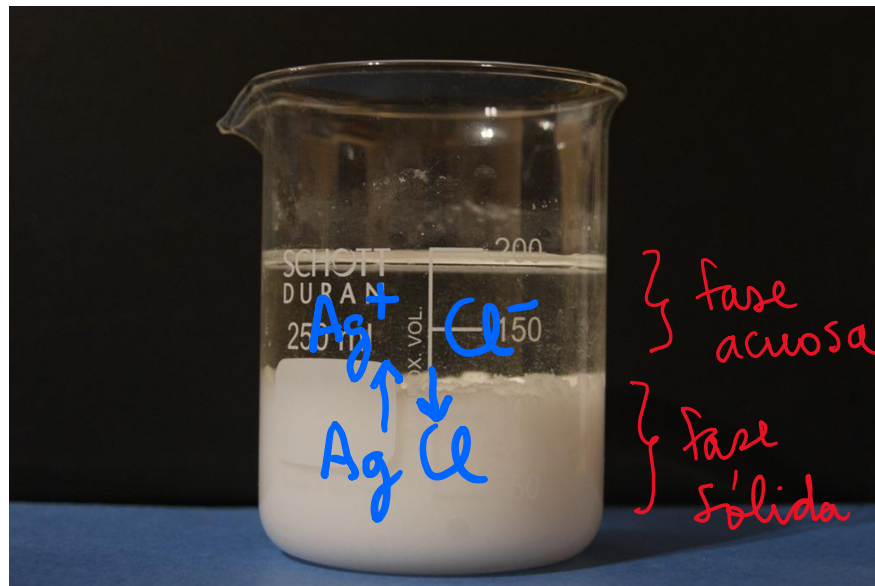
La presión de CO_2 es constante a una T dada mientras exista CaCO_3 y CaO en el sistema.

Producto de solubilidad: Kps





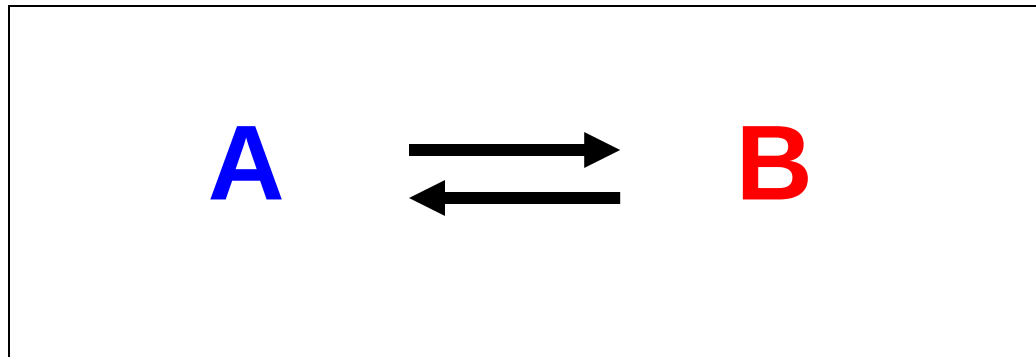
$$K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$



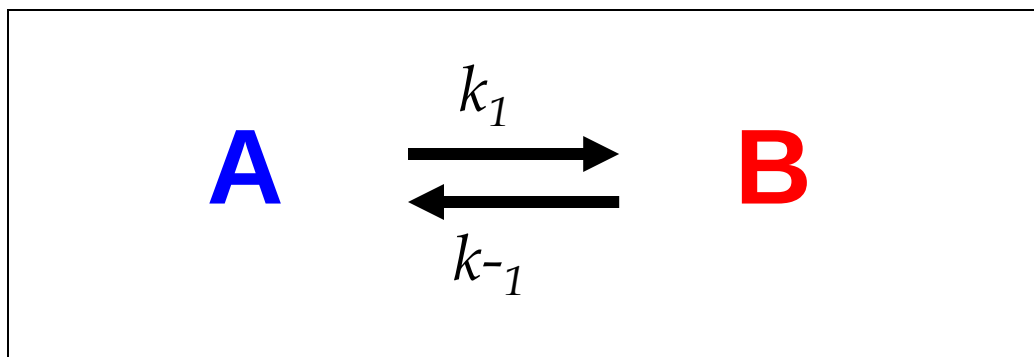
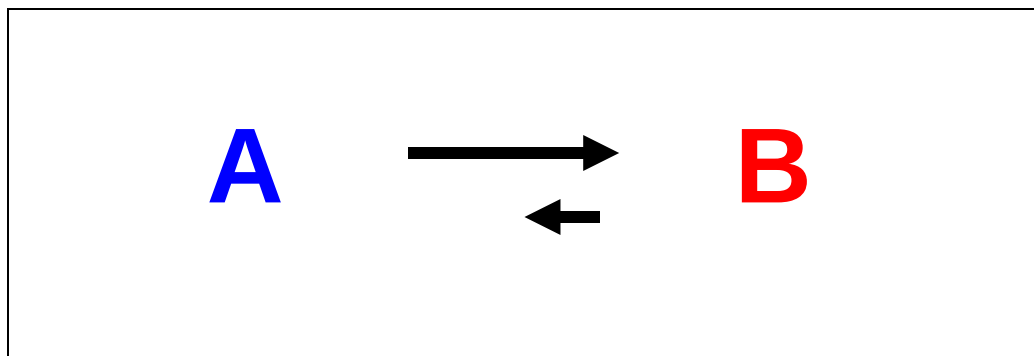
Precipitation Reactions

CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA QUÍMICO EN EQUILIBRIO

- El estado de equilibrio se logra por cualquier dirección, es decir, a partir de los reactantes o de los productos



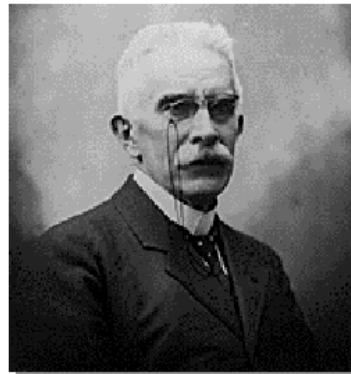
- Al inicio de una reacción química, la “ v directa” es mayor a la “ v inversa”. En el equilibrio ambas velocidades se igualan (v directa = v inversa)



- **El equilibrio químico es un proceso dinámico**
- **Desde el punto de vista termodinámico se cumple que ΔH , ΔG y ΔS son nulos. La entropía absoluta es máxima por lo tanto es un estado de máximo desorden molecular.**
- **Existe un equilibrio para cada reacción química reversible, en un sistema cerrado, representado por el valor de K a una temperatura dada.**
- **Los catalizadores NO modifican el estado de equilibrio.**

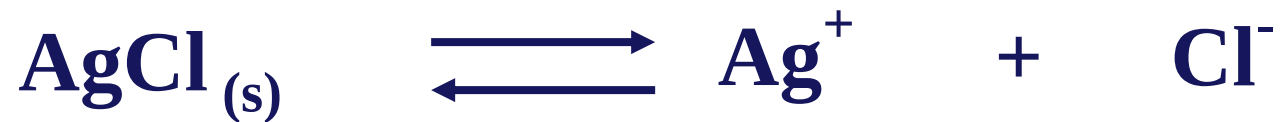
Principio de Le Chatelier:

- **“Si se aplica un esfuerzo externo a un sistema en equilibrio químico, el sistema se ajustará a fin de contrarrestar dicho esfuerzo”.**



Henri Le Chatelier
1850-1936
Studied mining
engineering.
Interested in glass
and ceramics.

EFECTO DE LOS CAMBIOS DE CONCENTRACIÓN



EFFECTO DE LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA



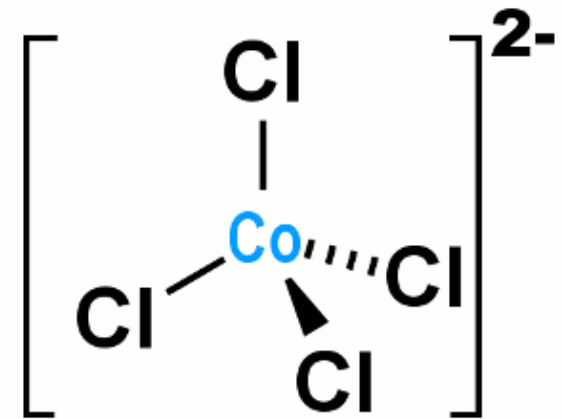
ROSADO

AZUL

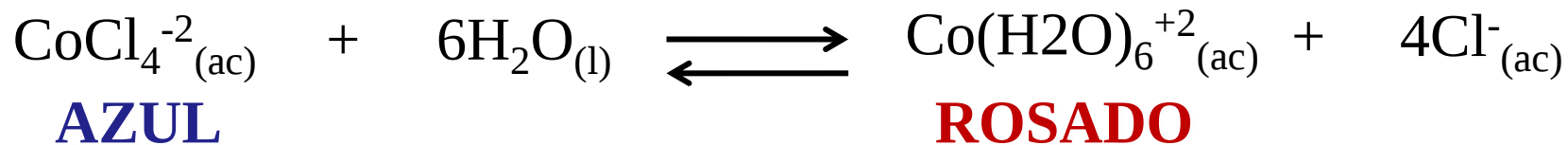
$\Delta H > 0$



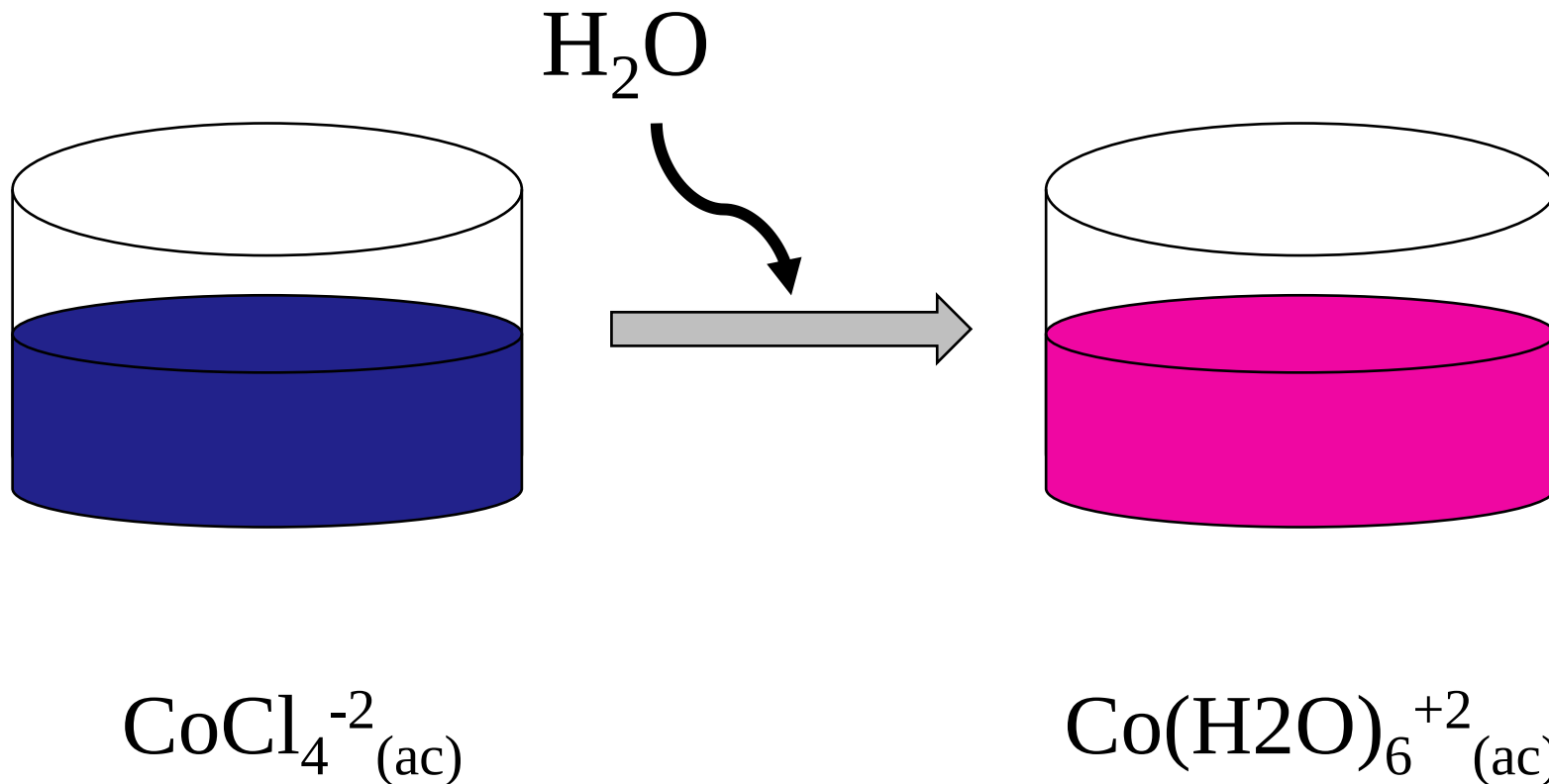
Ion hexacuocobalto (II)



Ion tetraclorocobalto (II)



$\Delta H < 0$



Le Chatelier's Principle



Si se aplica calor a una reacción endotérmica el equilibrio se desplaza hacia los productos



Si se aplica calor a una reacción exotérmica el equilibrio se desplaza hacia los reaccionantes

A muy baja T el equilibrio se desplaza hacia los reaccionanes (N_2O_4)

(a)



(b)

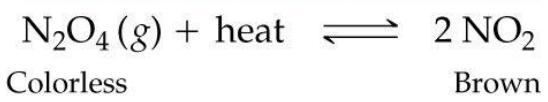


A esta T el sistema se encuentra en estado de equilibrio en que co-existen reactivos y productos

(c)



A mayor T el equilibrio se desplaza hacia los productos (NO_2)



Nitrogen Dioxide and Dinitrogen Tetraoxide

EFFECTO DE LOS CAMBIOS DE PRESIÓN Y VOLUMEN

En un sistema gaseoso en equilibrio al reducir el volumen, la reacción se desplaza en la dirección que reduce el número de moles.



Si $\uparrow P$ el equilibrio se desplazará hacia los reaccionantes

Si $\downarrow V$

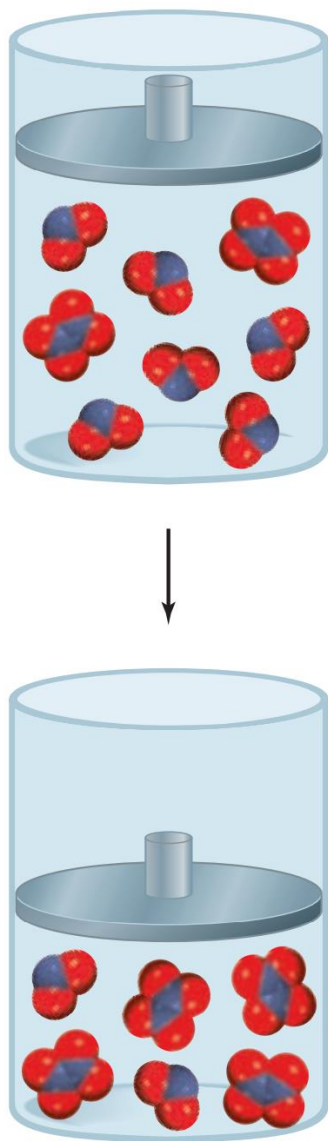


Figura 14.9 El efecto de un incremento de la presión en el equilibrio de $\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g)$.

