



# Auxiliar 10

## Constante de Equilibrio y Reacciones Agua-Roca

Profesores: Angelo Castruccio, Philippe Robidoux  
 Auxiliar: Matías Poblete

Ayudantes: Karín Flores, Luis Flores, Alejandro Rebolledo

## Resumen

Podemos expresar la constante de equilibrio mediante las ecuaciones de la termodinámica:

$$\ln K = \frac{-\Delta_r H^\circ}{RT} + \frac{\Delta_r S^\circ}{R} \quad (1)$$

o también la podemos expresar según:

$$\log K(T) = \log K_{298.15} + \frac{-\Delta_r H^\circ}{\ln(10)R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{298.15} \right) \quad (2)$$

**Producto iónico de actividad (IAP):** corresponde al producto entre las especies iónicas disociadas y elevadas al coeficiente estequiométrico respectivo, tomando en consideración a productos y reactantes. En otras palabras corresponde a al coeficiente de reacción de una reacción de disolución por hidrólisis. Si la reacción está en equilibrio se denomina constante del producto de solubilidad ( $K_{sp}$ )

**Razón Omega** corresponde al coeficiente entre IAP y  $K_{sp}$ .

$$\Omega = \frac{IAP}{K_{sp}} \quad (3)$$

En equilibrio

$$\Omega = 1$$

**Índice de saturación (SI):** corresponde al logaritmo en base 10 de  $\Omega$

$$SI = \log(\Omega) \quad (4)$$

	$IAP = \prod_{i=1}^n a_i^{v_i}$	$\Omega = \frac{IAP}{K_{sp}}$	$SI = \log(\Omega)$
Mineral se disuelve	$IAP < K_{sp}$	$\Omega < 1$	$SI < 0$
Mineral precipita	$IAP > K_{sp}$	$\Omega > 1$	$SI > 0$
Equilibrio	$IAP = K_{sp}$	$\Omega = 1$	$SI = 0$

## Pregunta 1: Constante de equilibrio

La reacción de polimorfismo de caolinita a halloysita se produce mediante la siguiente constante de equilibrio:

$$\ln K = \frac{-2248.268739}{T} - 0.204463019 \quad (5)$$

- Determina el valor de la entalpía y entropía de formación.
- Determina el valor de la variación en la energía libre de Gibbs en condiciones estándar.
- Determina la constante de equilibrio a 25°C y a 100°C.

## Pregunta 2: Meteorización y estabilidad de minerales

Las reacciones de meteorización de silicatos se pueden escribir como la hidrólisis del mineral al combinarse con  $H_2O$  y  $H^+$ . Para las siguientes reacciones resuelva:

- $2KAlSi_3O_8(s) + 2H^+ + 9H_2O(l) \rightleftharpoons Al_2Si_2O_5(OH)_4(s) + 4H_4SiO_4(aq) + 2K^+$
- $Al_2Si_2O_5(OH)_4(s) + 5H_2O(l) \rightleftharpoons 2Al(OH)_3(s) + 2H_4SiO_4(aq)$
- $3KAlSi_3O_8(s) + 2H^+ + 12H_2O(l) \rightleftharpoons KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2(s) + 6H_4SiO_4(aq) + 2K^+$
- $KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2(s) + H^+ + 9H_2O(l) \rightleftharpoons 3Al(OH)_3(s) + 3H_4SiO_4(aq) + K^+$
- $2KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2(s) + 2H^+ + 3H_2O(l) \rightleftharpoons 3Al_2Si_2O_5(OH)_4(s) + 2K^+$

- Escribe la ecuación para el equilibrio de las reacciones mencionadas.
- Con los valores de la tabla y también sabiendo que las energías libres de formación estándar del agua y del hidrógeno son -237.129 y 0 [kJ/mol], respectivamente, calcula las constantes de equilibrio.

	$\Delta_f G^\circ$ [kJ/mol]
Feld-K ( $KAlSi_3O_8(s)$ )	-3742.9
Kaolinita ( $Al_2Si_2O_5(OH)_4(s)$ )	-3799.7
Moscovita ( $KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2(s)$ )	-5608.4
Gibbsita ( $Al(OH)_3(s)$ )	-1155.11
$K^+$	-283.27
$H_4SiO_4$	-1307.669

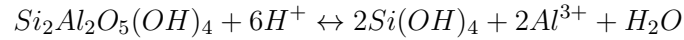
- Determina las ecuaciones de la forma  $y = mx + n$  que permiten graficar los campos de estabilidad.

- d. (*Propuesto*) Grafica estas ecuaciones de la recta y obtén los campos de estabilidad de cada mineral.

## Pregunta 3: Interacciones agua-roca

### Parte A

La siguiente reacción muestra la disolución de una caolinita genérica.



- a. Expresa el producto de solubilidad de la reacción de disolución ( $K_{sp}$ ).
- b. Sabiendo que  $K_{sp} = 10^{6.47}$ , que la solución tiene un pH de 2.5 calcula el valor de  $[Si(OH)_4][Al^{3+}]$

### Parte B

A partir de la disolución de carbonato cálcico, responde

- a. Expresa el producto de solubilidad de la reacción de disolución ( $K_{sp}$ ).
- b. Sabiendo que para la calcita  $K_{sp} = 10^{-8.304}$ , y los datos de la tabla, determina el SI de la solución. ¿El mineral se disuelve o no?

Tabla 1: Datos pregunta 3

Especie	M	$\gamma$
$Ca^{2+}$	0.012	0.28
$CO_3^{2-}$	0.00042	0.2