

ÁCIDOS DIPRÓTICOS Y POLIPRÓTICOS

Conceptos básicos

Ácidos dipróticos

El tratamiento de los ácidos dipróticos y polipróticos es más complicado que el de los ácidos monopróticos porque dichas sustancias pueden ceder más de un ion hidrógeno por molécula. Estos ácidos se ionizan por etapas, es decir, pierden un protón cada vez. Se puede escribir una expresión de la constante de ionización para cada etapa de ionización.

Como consecuencia, a menudo deben utilizarse dos o más expresiones de la constante de equilibrio para calcular las concentraciones de las especies en la disolución del ácido.

Por ejemplo, para el ácido carbónico, H_2CO_3 , escribimos:



Observe que la base conjugada de la primera etapa de ionización se convierte en el ácido de la segunda etapa de ionización.

OBSERVACIÓN:

Para un ácido en particular, la primera constante de ionización es mucho mayor que la segunda, y así sucesivamente. Esta tendencia resulta lógica ya que es más sencillo remover un ion H^+ de una molécula neutra que otro ion H^+ de un ion cargado negativamente derivado de la misma molécula.

Tabla 15.5

Constantes de ionización de algunos ácidos dipróticos y un ácido poliprótico y sus bases conjugadas a 25°C

Nombre del ácido	Fórmula	Estructura	K_a	Base conjugada	K_b
Ácido sulfúrico	H_2SO_4	$ \begin{array}{c} O \\ \\ H-O-S-O-H \\ \\ O \end{array} $	muy grande	HSO_4^-	muy pequeño
Ion hidrogenosulfato	HSO_4^-	$ \begin{array}{c} O \\ \\ H-O-S-O^- \\ \\ O \end{array} $	1.3×10^{-2}	SO_4^{2-}	7.7×10^{-13}
Ácido oxálico	$H_2C_2O_4$	$ \begin{array}{c} O \quad O \\ \quad \\ H-O-C-C-O-H \end{array} $	6.5×10^{-2}	$HC_2O_4^-$	1.5×10^{-13}
Ion hidrogenooxalato	$HC_2O_4^-$	$ \begin{array}{c} O \quad O \\ \quad \\ H-O-C-C-O^- \end{array} $	6.1×10^{-5}	$C_2O_4^{2-}$	1.6×10^{-10}

Tabla 15.5

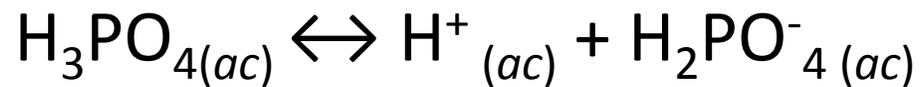
Constantes de ionización de algunos ácidos dipróticos y un ácido poliprótico y sus bases conjugadas a 25°C

Nombre del ácido	Fórmula	Estructura	K_a	Base conjugada	K_b
Ácido fosfórico	H_3PO_4	$ \begin{array}{c} O \\ \\ H-O-P-O-H \\ \\ O \\ \\ H \end{array} $	7.5×10^{-3}	$H_2PO_4^-$	1.3×10^{-12}
Ion dihidrogenofosfato	$H_2PO_4^-$	$ \begin{array}{c} O \\ \\ H-O-P-O^- \\ \\ O \\ \\ H \end{array} $	6.2×10^{-8}	HPO_4^{2-}	1.6×10^{-7}
Ion hidrogenofosfato	HPO_4^{2-}	$ \begin{array}{c} O \\ \\ H-O-P-O^- \\ \\ O^- \end{array} $	4.8×10^{-13}	PO_4^{3-}	2.1×10^{-2}

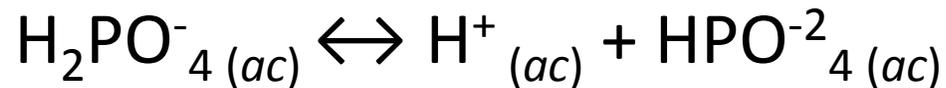
Ácidos polipróticos

Para los ácidos dipróticos, si $K_{a_1} > K_{a_2}$, entonces la concentración de iones H^+ sólo provendrá de la primera etapa de ionización. Además, la concentración de la base conjugada para la segunda etapa de ionización es numéricamente igual a K_{a_2} .

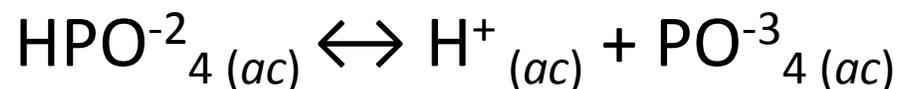
El ácido fosfórico (H_3PO_4) es un ácido poliprótico con tres átomos de hidrógeno ionizables:



$$K_{a_1} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{H}_2\text{PO}^-_4]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} = 7,5 \cdot 10^{-3}$$



$$K_{a_2} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HPO}^{-2}_4]}{[\text{H}_2\text{PO}^-_4]} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$



$$K_{a_3} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{PO}^{-3}_4]}{[\text{HPO}^{-2}_4]} = 4,8 \cdot 10^{-13}$$

OBSERVACIÓN:

Vemos que el ácido fosfórico es un ácido poliprótico débil y que sus constantes de ionización disminuyen marcadamente para la segunda y tercera etapas. Por lo tanto, podemos predecir que en una disolución de ácido fosfórico la concentración de ácido no ionizado es la más grande y que las únicas otras especies presentes también en concentraciones significativas son los iones H^+ y H_2PO_4^- .