

INFORME-SE SOBRE A QUÍMICA

Eduardo Leite do Canto

Autor de *Química na Abordagem do Cotidiano* – Editora Saraiva

Como elaborar um diagrama de % versus pH?

Este número mostra como fazer gráfico similar ao que aparece no número anterior.

Usaremos o H_3PO_4 como exemplo, para o qual:

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} \quad (K_1 = 10^{-2,1}) \quad (1)$$

$$K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} \quad (K_2 = 10^{-7,2}) \quad (2)$$

$$K_3 = \frac{[\text{H}^+][\text{PO}_4^{3-}]}{[\text{HPO}_4^{2-}]} \quad (K_3 = 10^{-12,7}) \quad (3)$$

$$\mathcal{M} = [\text{H}_3\text{PO}_4] + [\text{H}_2\text{PO}_4^-] + [\text{HPO}_4^{2-}] + [\text{PO}_4^{3-}] \quad (4)$$

Definiremos $\alpha(\text{H}_3\text{PO}_4)$ como a fração de \mathcal{M} que permanece sob a forma H_3PO_4 em um certo pH.

$$\alpha(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{[\text{H}_3\text{PO}_4]}{\mathcal{M}} \quad (5)$$

Substituindo (4) em (5) e dividindo numerador e denominador por $[\text{H}_3\text{PO}_4]$:

$$\alpha(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{1 + \frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} + \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} + \frac{[\text{PO}_4^{3-}]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]}} \quad (6)$$

A segunda parcela vem de (1):

$$\frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} = \frac{K_1}{[\text{H}^+]} \quad (7)$$

Obtemos a terceira parcela de (1) vezes (2):

$$\frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} = \frac{K_1 K_2}{[\text{H}^+]^2} \quad (8)$$

A quarta vem da multiplicação de (1), (2) e (3):

$$\frac{[\text{PO}_4^{3-}]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} = \frac{K_1 K_2 K_3}{[\text{H}^+]^3} \quad (9)$$

Substituindo (7), (8) e (9) em (6):

$$\alpha(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{1 + \frac{K_1}{[\text{H}^+]} + \frac{K_1 K_2}{[\text{H}^+]^2} + \frac{K_1 K_2 K_3}{[\text{H}^+]^3}} \quad (10)$$

Um gráfico de $\alpha(\text{H}_3\text{PO}_4) \times 100\%$ em função de $-\log[\text{H}^+]$ dá a porcentagem de H_3PO_4 em cada pH, (diagrama abaixo). Analogamente, podemos encontrar uma expressão para o α das outras espécies.

Para o H_2PO_4^- :

$$\alpha(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = \frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{\mathcal{M}} \quad (11)$$

Multiplicando por $[\text{H}_3\text{PO}_4]/[\text{H}_3\text{PO}_4]$:

$$\alpha(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = \frac{[\text{H}_3\text{PO}_4]}{\mathcal{M}} \cdot \frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} \quad (12)$$

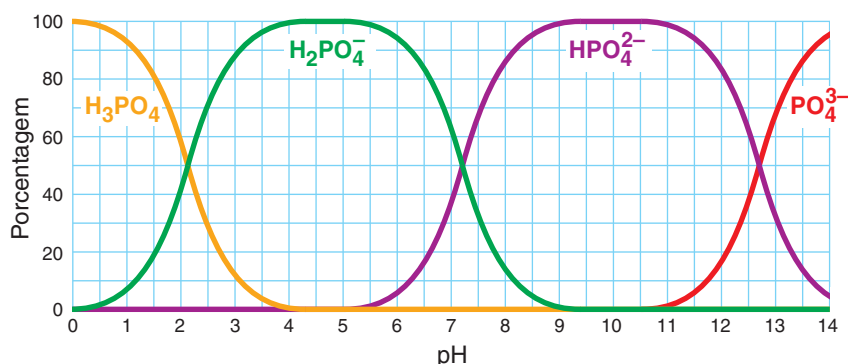
Usando (5) e (7):

$$\alpha(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = \alpha(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot \frac{K_1}{[\text{H}^+]} \quad (13)$$

De modo semelhante, chegamos a:

$$\alpha(\text{HPO}_4^{2-}) = \alpha(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot \frac{K_1 K_2}{[\text{H}^+]^2} \quad (14)$$

$$\alpha(\text{PO}_4^{3-}) = \alpha(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot \frac{K_1 K_2 K_3}{[\text{H}^+]^3} \quad (15)$$



E isso tem a ver com...

- Ionização de ácidos — v. 1, unidade G, e vu, cap. 11
- Equilíbrios iônicos e pH — v. 2, unidade I, e vu, cap. 23
- Indicadores ácido-base — v. 3, unidade G, e vu, cap. 23

Química na Abordagem do Cotidiano, 3 volumes.
Química na Abordagem do Cotidiano, volume único.

