

# Ácido-base: teoría y fórmulas útiles(I)

JFGH

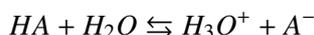
Multiverse of Madness

## Resumen

Resumen con L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X en español de algunas fórmulas y deducciones del tema de ácido-base.

### 1. Relación $K_a$ , $K_b$

Para la reacción



la constante  $K_a$  tiene el valor

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \quad (1)$$

La ecuación 1 se llama constante ácida. Para la base conjugada, podemos definir la constante análoga de la reacción



Multiplicando las dos expresiones

$$K_a K_b = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} = [H_3O^+][OH^-]$$

de donde obtenemos

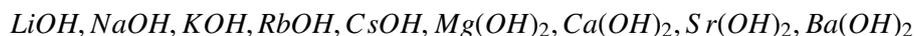
**Relación de  $K_a$  con  $K_b$  y  $K_w$**

$$K_a K_b = k_w \quad (3)$$

### 2. Lista de ácidos y bases muy fuertes

**Ácidos muy fuertes (totalmente disociados):**  $HCl$ ,  $HBr$ ,  $HI$ ,  $HClO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$ . Excepcionalmente, algunos autores/científicos consideran también ácido muy fuerte al  $HClO_3$ .

**Bases muy fuertes (totalmente disociadas):** hidróxidos de alcalinos y alcalino-térreos más masivos (excepto el hidróxido de berilio). La lista es:



Ocasionalmente algún hidróxido alcalino-térreo podría estar no totalmente disociado. El  $Be(OH)_2$  no se considera base muy fuerte en general.

### 3. Fórmulas útiles de ácidos y bases débiles

Para un ácido débil, el equilibrio



$$c \quad (5)$$

$$-x \quad x \quad x \quad (6)$$

$$c - x \quad x \quad x \quad (7)$$

produce la denominada ley de dilución de Ostwald

#### Ley de dilución de Ostwald(ácidos)

$$K_a = \frac{x^2}{c - x} = \frac{c\alpha^2}{1 - \alpha} \quad K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \quad (8)$$

Cuando se cumple  $c - x \approx c = c_a$ , podemos escribir

$$K_a = \frac{x^2}{c_a} \quad (9)$$

o bien

$$x = \sqrt{K_a c_a} \quad (10)$$

Para el grado de ionización  $x = c_a \alpha$  se tendrá

$$\alpha = \frac{x}{c_a} \rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c_a}} \quad (11)$$

Si tomamos logaritmos en la ecuación 9

$$\log K_a = \log \frac{x^2}{c_a}$$

de donde

$$\log K_a = 2 \log x - \log c_a$$

$$-2 \log x = 2pH = -\log K_a - \log c_a$$

o equivalentemente

$$pH = (pH)_a = \frac{pK_a + pc_a}{2} \quad (12)$$

Para una base débil, de forma análoga, se escribe



$$c \quad (14)$$

$$-x \quad x \quad x \quad (15)$$

$$c - x \quad x \quad x \quad (16)$$

y produce la ley de Ostwald

#### Ley de dilución de Ostwald(bases)

$$K_b = \frac{x^2}{c - x} = \frac{c\alpha^2}{1 - \alpha} \quad K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} \quad (17)$$

Si ahora  $c - x \approx c_b$  porque  $x \ll 1$ , tendremos

$$K_b = \frac{x^2}{c_b} \quad (18)$$

o bien

$$x = \sqrt{K_b c_b} \quad (19)$$

Para el grado de ionización  $x = c_b \alpha$  se tendrá

$$\alpha = \frac{x}{c_b} \rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c_b}} \quad (20)$$

Para el  $pOH$  podremos ahora calcular que, tomando logaritmos en 18,

$$\log K_b = \log \frac{x^2}{c_b}$$

de donde

$$\begin{aligned} \log K_b &= 2 \log x - \log c_b \\ -2 \log x &= 2pOH = -\log K_b - \log c_b \end{aligned}$$

o equivalentemente

$$pOH = (pOH)_b = \frac{pK_b + pc_b}{2} \quad (21)$$

Como  $K_a K_b = k_w$ , y  $14 = pK_b + pk_a$ ,  $pH + pOH = 14$ , podemos escribir también la ecuación anterior

$$pOH = (pOH)_b = 7 + \frac{pc_b - pK_a}{2} \quad (22)$$

o

$$pH = (pH)_b = 7 - \frac{pc_b - pK_a}{2} = 7 + \frac{pK_a - pc_b}{2} \quad (23)$$

## 4. Valoraciones ácido-base

Para una valoración de una reacción de neutralización entre una especie ácida y otra especie química básica, se tiene en el punto de equivalencia la relación siguiente.

### Punto de equivalencia de valoración ácido-base

$$n_{\text{ácido}} \#_{ced}(p^+) = n_{\text{base}} \#_{acep}(p^+)$$

Si los moles se pueden calcular de la molaridad de ácido y base, se escribe

$$V_{\text{ácido}} M_{\text{ácido}} \#_{ced}(p^+) = V_{\text{base}} M_{\text{base}} \#_{acep}(p^+) \quad (24)$$

donde  $p^+$  son los protones  $H^+$  (cedidos y aceptados por el ácido y la base respectivamente).

## 5. Resumen

$$pH = -\log [H^+] = -\log [H_3O^+] \quad (25)$$

$$pOH = -\log [OH^-] \quad (26)$$

$$pK_a = -\log K_a \quad (27)$$

$$pK_b = -\log K_b \quad (28)$$

$$pC = -\log C \quad (29)$$

$$pH = (pH)_a = \frac{pK_a + pc_a}{2} \quad (30)$$

$$pOH = (pOH)_b = \frac{pK_b + pc_b}{2} \quad (31)$$

$$K_a K_b = k_w = 1,0 \cdot 10^{-14} \quad (T = 25^\circ C, P = 1 atm.) \quad (32)$$

$$pk_w = 14 \quad pH + pOH = 14 \quad pk_a + pk_b = 14 \quad (33)$$

$$V_{\text{ácido}} M_{\text{ácido}} \#_{ced}(p^+) = V_{\text{base}} M_{\text{base}} \#_{acep}(p^+) \quad (34)$$

Doctor Who?

# ϱΔΞΘΣΨΧΚΙΟ

$$|\Psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (|\heartsuit\heartsuit\rangle + |\spadesuit\spadesuit\rangle) \quad \oint_{\partial\Sigma} \Theta = \int_{\Sigma} d\Theta$$

