

# 63.01 / 83.01 Química

---

Departamento de Química

## **G6: Bases débiles** **Balance de especie y carga**



.UBAfiuba   
FACULTAD DE INGENIERÍA

Dra. Ing. Adriana Romero

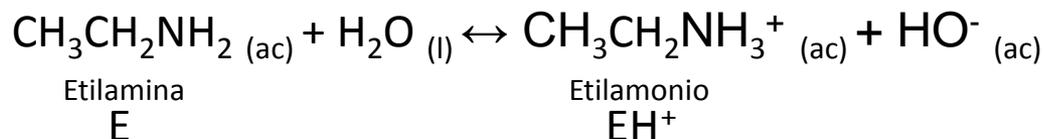


16) Se prepara una solución de etilamina ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ ) ( $\text{pK}_b=3,25$ ) de concentración analítica (inicial) 0,02M. Calcular:

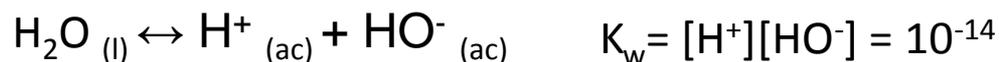
- La concentración de todas las especies en el equilibrio.
- El pH de la solución.
- El grado de disociación.

**EL PLANTEO ES IGUAL PARA TODOS LOS PROBLEMAS (pasos 1º al 3º)**

**1º Planteamos TODOS los equilibrios involucrados con sus constantes:**



$$K_b = \frac{[\text{EH}^+][\text{HO}^-]}{[\text{E}]} = 5,62 \cdot 10^{-4}$$



Cálculo auxiliar:

$$\text{pK}_b = 3,25 \longrightarrow K_b = 5,62 \cdot 10^{-4}$$

Para una escritura mas sencilla, escribiremos la etilamina como "E", y el etilamonio como "EH<sup>+</sup>"



## 2º Planteamos los balances de TODAS las especies, menos $H^+$ y $HO^-$ :

$$BE) C_i = 0,02M = [EH^+] + [E]$$

Todo lo que hayamos puesto al principio de etilamina ( $C_i$ ), estará en el equilibrio en su forma molecular y como catión

## 3º Planteamos el balance de cargas:

$$BQ) [H^+] + [EH^+] = [HO^-]$$

Toda solución es eléctricamente neutra, entonces las cargas positivas deben ser iguales a las cargas negativas

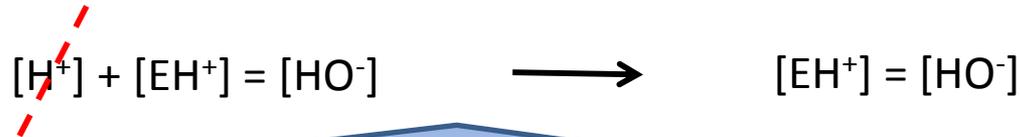
Ahora empezamos a trabajar...

**IDEA:** Trabajando con una base, despejamos todas las especies en función de  $[HO^-]$ , luego las reemplazamos en la expresión de  $K_b$ .

(Si trabajamos con un ácido, despejamos todas las especies en función de  $[H^+]$ , luego las reemplazamos en la expresión de  $K_a$ ).



Ya que es una base, esperamos un  $\text{pH} > 7$ , con lo cual podemos suponer que  $[\text{H}^+] \ll [\text{HO}^-]$ , y podemos desestimar la primera en el BQ:



Para que esto sea válido,  $[\text{H}^+]$  debe ser, por lo menos, 2 órdenes (100 veces) menor que  $[\text{HO}^-]$ . Al final deberemos chequearlo.

Reemplazamos y despejamos  $[\text{E}]$  del BE:



De  $K_w$ :

$$[\text{H}^+] = K_w / [\text{HO}^-]$$



Ahora reemplazamos en la expresión de  $K_b$  y operamos:

$$K_b = \frac{[\text{HO}^-][\text{HO}^-]}{C_i - [\text{HO}^-]} \longrightarrow [\text{HO}^-]^2 + K_b \cdot [\text{HO}^-] - K_b \cdot C_i = 0$$
$$[\text{HO}^-]^2 + 5,62 \cdot 10^{-4} \cdot [\text{HO}^-] - 1,124 \cdot 10^{-5} = 0$$

Despejar  $[\text{HO}^-]$  nos dará dos resultados, solo uno tendrá sentido físico:

$$[\text{HO}^-] = 3,08 \cdot 10^{-3} \text{ M} = [\text{EH}^+]$$

$$[\text{E}] = 0,02 - 3,08 \cdot 10^{-3} = 0,0169 \text{ M}$$

$$[\text{H}^+] = K_w / [\text{HO}^-] = 10^{-14} / 3,08 \cdot 10^{-3} = 3,25 \cdot 10^{-12} \text{ M}$$

Rta (a)

Es aceptable la desestimación de  $[\text{H}^+]$  frente a  $[\text{HO}^-]$ .

$$\text{pH} = 11,49$$

Rta (b)

$K_b =$

## Definición de **grado de disociación**:

$$\alpha = \frac{\text{Moles disociados}}{\text{Moles iniciales}} \xrightarrow{\text{Dividiendo arriba y abajo por el volumen}} \alpha = \frac{[\text{EH}^+]}{C_i} = \frac{3,08 \cdot 10^{-3} \text{ M}}{0,02 \text{ M}}$$

$\alpha = 0,154$   
En porcentaje:  $\alpha\% = 15,4 \%$  **Rta (c)**

(No olvidemos las unidades de cada resultado)



## Seguro te preguntaste hace un rato: “¿Qué pasa si no puedo desestimar $[H^+]$ ?”

Entonces nos queda el BQ completo y las expresiones a reemplazar en  $K_b$  quedarían así:

$$\left. \begin{array}{l} \text{BQ) } [H^+] + [EH^+] = [HO^-] \\ [H^+] = K_w/[HO^-] \end{array} \right\} \begin{array}{l} K_w/[HO^-] + [EH^+] = [HO^-] \longrightarrow [EH^+] = [HO^-] - K_w/[HO^-] \end{array}$$

$$\text{BE) } C_i = [EH^+] + [E] \longrightarrow [E] = C_i - ([HO^-] - K_w/[HO^-])$$

Reemplazamos en la expresión de  $K_b$ :

$$K_b = \frac{([HO^-] - K_w/[HO^-])[HO^-]}{C_i - ([HO^-] - K_w/[HO^-])} \xrightarrow{\times [HO^-]} K_b \cdot [HO^-] = \frac{([HO^-]^3 - K_w)}{C_i [HO^-] - ([HO^-]^2 - K_w)}$$

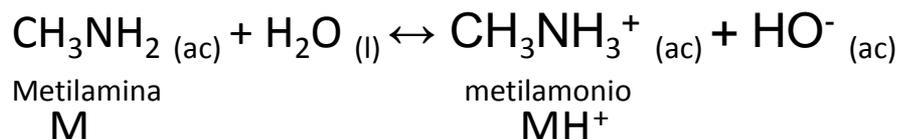
Y debemos resolver una ecuación de 3º orden...



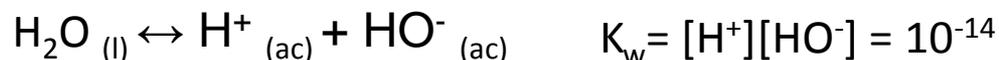
17) Una solución de metilamina ( $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ) tiene un  $\text{pH}=10,93$  y en el equilibrio esta 33,9% disociada. Calcular:

- La concentración inicial de la solución.
- $K_b$ .
- La concentración de todas las especies en el equilibrio.

**1º Planteamos TODOS los equilibrios involucrados con sus constantes:**



$$K_b = \frac{[\text{MH}^+][\text{HO}^-]}{[\text{M}]}$$



Para una escritura mas sencilla, escribiremos la metilamina como "M", y el metilamonio como "MH<sup>+</sup>"

## 2º Planteamos los balances de TODAS las especies, menos $H^+$ y $HO^-$ :



Todo lo que hayamos puesto al principio de metilamina ( $C_i$ ), estará en el equilibrio en su forma molecular y como catión

## 3º Planteamos el balance de cargas:



Toda solución es eléctricamente neutra, entonces las cargas positivas deben ser iguales a las cargas negativas

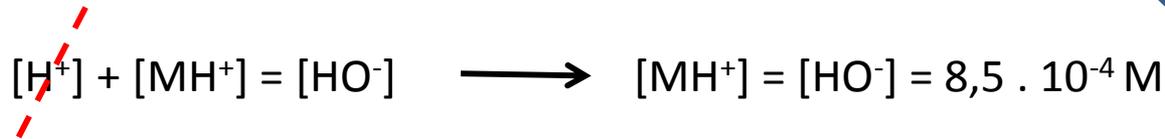
## Ahora ¿que datos tengo?

$$pH = 10,93 \quad \longrightarrow \quad [H^+] = 1,17 \cdot 10^{-11} M$$

$$\text{Como } K_w = [H^+][HO^-] \quad \longrightarrow \quad [HO^-] = K_w / [H^+] = 8,5 \cdot 10^{-4} M$$



Ya que  $[H^+] \ll [HO^-]$ , podemos desestimar la primera en el BQ:



Para que esto sea válido,  $[H^+]$  debe ser 2 órdenes (100 veces) menor que  $[HO^-]$ , por lo menos.

Para calcular  $C_i$ , planteamos el **grado de disociación**:

$$\alpha = \frac{\text{Moles disociados}}{\text{Moles iniciales}} \xrightarrow{\text{Dividiendo arriba y abajo por el volumen}} \alpha = \frac{[MH^+]}{C_i}$$

El dato dice que la amina esta “33,9% disociada”, es decir  $\alpha = 0,339$ :

$$C_i = \frac{8,5 \cdot 10^{-4} \text{ M}}{0,339} = 0,0025 \text{ M}$$

**Rta (a)**  $C_i = 0,0025 \text{ M}$



Nos falta calcular  $[M]$ , la despejamos del BE:

$$[M] = C_i - [MH^+] \longrightarrow [M] = 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Y con este dato, calculamos  $K_b$ :

$$K_b = \frac{(8,5 \cdot 10^{-4})^2}{1,65 \cdot 10^{-3}} = 4,38 \cdot 10^{-4}$$

**Rta (b)**  $K_b = 4,38 \cdot 10^{-4}$

Además, ya tenemos calculadas las concentraciones de todas las especies:

$[H^+] = 1,17 \cdot 10^{-11} \text{ M}$  **Rta (c)**

$[HO^-] = [MH^+] = 8,5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$

$[M] = 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ M}$

(No olvidemos las unidades de cada resultado)



