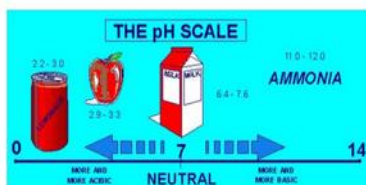


Solución a “Acidez de una solución acuosa”

Enunciado:



La acidez de una solución acuosa se mide por el **pH** (iniciales latinas de potentia Hydrogenii) que viene dado por: $\text{pH} = -\log(x)$, con $x = [\text{H}^+]$ (concentración de hidrogeniones) medida en mol/dm^3 .

El producto de $x = [\text{H}^+]$ con $y = [\text{OH}^-]$ (concentración de iones hidroxilo) es constante y próximo a 10^{-14} . Esto es: $x \cdot y = 10^{-14} \rightarrow \text{pH} + \text{pOH} = 14$.

- Admitamos que la sangre arterial humana tiene un **pH** de 7.4. ¿Cuál es la concentración de hidrogeniones?
- En el café, la concentración de hidrogeniones triplica a la de la leche. ¿Cuál es la diferencia entre el **pH** del café y el **pH** de la leche?
- ¿Qué **pH** ha de tener una disolución para que sea mínima la suma de las concentraciones de ambos tipos de iones?
- Si una bebida tiene $[\text{H}^+] = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$, ¿cuál es su **pH** y su **pOH**?
- Si se mezclan 100 ml de una solución con **pH**=3 con 100 ml de otra solución con **pH**=5, ¿cuál es el **pH** resultante de la mezcla?
- Si el **pH** de la sangre normal es de 7.4 y baja a 7 (acidosis leve) ¿qué factor multiplicativo sufre $[\text{H}^+]$ respecto al valor normal?

Solución:

- a)** Llamemos x_{sangre} a la concentración de hidrogeniones de la sangre arterial; entonces:

$$7.4 = -\log(x) \Rightarrow -7.4 = \log(x) \Leftrightarrow x = 10^{-7.4} \text{ mol/dm}^3$$

- b)** Si la concentración de hidrogeniones del café es $x_{\text{café}}$ y la de la leche es x_{leche} , entonces:

$$x_{\text{café}} = 3 \cdot x_{\text{leche}}$$

Pero $\text{pH}_{\text{café}} = -\log(x_{\text{café}})$ y $\text{pH}_{\text{leche}} = -\log(x_{\text{leche}})$, lo cual significa que:

$$x_{\text{café}} = 10^{-\text{pH}_{\text{café}}} \text{ y } x_{\text{leche}} = 10^{-\text{pH}_{\text{leche}}}$$

Por tanto:

$$\text{pH}_{\text{café}} - \text{pH}_{\text{leche}} = -\log(x_{\text{café}}) + \log(x_{\text{leche}}) = \log(x_{\text{café}}^{-1}) + \log(x_{\text{leche}}) = \log(x_{\text{café}}^{-1} \cdot x_{\text{leche}})$$

$$\text{Como } x_{\text{café}} = 3 \cdot x_{\text{leche}} \Rightarrow x_{\text{café}}^{-1} = \frac{1}{3 \cdot x_{\text{leche}}}, \text{ resulta:}$$

$$\text{pH}_{\text{café}} - \text{pH}_{\text{leche}} = \log\left(\frac{1}{3 \cdot x_{\text{leche}}} \cdot x_{\text{leche}}\right) = \log\left(\frac{1}{3}\right) = -\log 3$$

- c)** Llamemos x a la concentración de hidrogeniones e y a la concentración de iones hidroxilo. Ha de ser mínima la suma $x+y$.

Como $x \cdot y = 10^{-14}$, la suma se nos queda como $S(x) = x + \frac{10^{-14}}{x}$ (función que ha de tener un mínimo para algún valor de x).

Calculemos su derivada primera: $S'(x) = 1 - \frac{10^{-14}}{x^2}$ que será cero sólo cuando:

$$x^2 = 10^{-14} \Rightarrow x = 10^{-7}$$

Su derivada segunda es: $S''(x) = \frac{2 \cdot 10^{-14}}{x^3}$ y para $x = 10^{-7}$ nos da $S''(10^{-7}) = 2 \cdot 10^7 > 0$

Hay un mínimo para $x = 10^{-7}$ y el valor de dicho valor mínimo es

$$S(10^{-7}) = 10^{-7} + \frac{10^{-14}}{10^{-7}} = \frac{1}{5 \cdot 10^6}$$

Y el **pH** correspondiente sería: **$pH = -\log(10^{-7}) = 7$**

d) Tenemos que $[H^+] = 5 \cdot 10^{-4}$, por lo que su concentración en hidrogeniones (x) es dicho valor. Así pues: $x = [H^+] = 5 \cdot 10^{-4}$.

$$**pH = -\log(5 \cdot 10^{-4}) = -\log 5 - \log 10^{-4} = 4 - \log 5 = 3 + \log 2**$$

Como **$pH + pOH = 14$** , resulta que **$pOH = 14 - (3 + \log 2) = 11 - \log 2$**

e) Llamemos x_1 a la concentración en hidrogeniones de la que tiene **$pH=3$** y x_2 a la concentración en hidrogeniones de la que tiene **$pH=5$** , entonces:

$$**3 = -\log x_1 \Leftrightarrow x_1 = 10^{-3}**$$

$$**5 = -\log x_2 \Leftrightarrow x_2 = 10^{-5}**$$

Los moles resultantes de cada uno serían respectivamente:

$$**m_1 = 10^{-3} \cdot 0'1 \text{ (pH=3)}**$$

$$**m_2 = 10^{-5} \cdot 0'1 \text{ (pH=5)}**$$

Y el volumen final: **$V_f = 0'2 \text{ L (litros)}$**

Por tanto, la concentración final de hidrogeniones será de: $\frac{10^{-3} \cdot 0'1 + 10^{-5} \cdot 0'1}{0'2} = \frac{101}{2 \cdot 10^5}$

Luego: $pH = -\log\left(\frac{101}{2 \cdot 10^5}\right) \approx 3'2967$

f) $pH_n = 7'4 = -\log x_n \Leftrightarrow x_n = [H_n^+] = 10^{-7'4}$ y $pH_b = 7 = -\log x \Leftrightarrow x = [H^+] = 10^{-7}$

Pasamos de $10^{-7'4}$ a 10^{-7} , con lo que el factor multiplicativo respecto del valor normal será de:

$$\frac{10^{-7'4}}{10^{-7}} = \frac{1}{\sqrt[5]{100}} \approx 0'3981$$