

QUÍMICA

TEMA 6: EQUILIBRIOS ÁCIDO-BASE

- Junio, Ejercicio B5
- Junio, Ejercicio C3
- Reserva 1, Ejercicio C3
- Reserva 2, Ejercicio B4
- Reserva 2, Ejercicio C3
- Reserva 3, Ejercicio C3
- Reserva 4, Ejercicio B5
- Reserva 4, Ejercicio C3
- Julio, Ejercicio B5
- Julio, Ejercicio C3

Entre las disoluciones de las siguientes sustancias:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaOH}$  y  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , todas ellas de igual concentración, justifique:

- Cuál de ellas tendrá el pH más alto.
- Cuál de ellas tendrá una  $[\text{OH}^-] < 10^{-7} \text{ M}$ .
- En cuál de ellas  $[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$ .

**QUÍMICA. 2021. JUNIO. EJERCICIO B5**

### R E S O L U C I Ó N

El  $\text{NH}_3$  es una base débil, ya que:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  luego, su  $\text{pH} > 7$

El  $\text{NaCl}$  es una sal que proviene de un ácido fuerte y una base fuerte, por lo tanto, ninguno de los iones sufre la reacción de hidrólisis y su  $\text{pH} = 7$

El  $\text{NaOH}$  es una base fuerte que está totalmente disociada en sus iones:  
 $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$  luego, su  $\text{pH} > 7$

El  $\text{NH}_4\text{Cl}$  es una sal que proviene de un ácido fuerte y una base débil, por lo tanto:



luego, su  $\text{pH} < 7$

- Luego, la que tiene el pH más alto es el  $\text{NaOH}$ , ya que es la base más fuerte.
- El  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ya que es la única sustancia que tiene pH ácido.
- El  $\text{NaCl}$  ya que su  $\text{pH} = 7$ .

Se preparan 250 mL de una disolución acuosa de HCl a partir de 2 mL de una disolución de HCl comercial de densidad  $1'38 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  y 33% de riqueza en masa.

a) ¿Cuál es la molaridad y el pH de la disolución que se ha preparado?.

b) ¿Qué volumen de una disolución de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  0'02 M es necesario añadir para neutralizar 100 mL de la disolución que se ha preparado?.

Masas atómicas: H = 1; Cl = 35'5.

QUÍMICA. 2021. JUNIO. EJERCICIO C3

### R E S O L U C I Ó N

a) Vamos a calcular los gramos que necesitamos para preparar 0'1 L 0'2 M

$$2 \text{ mL} \cdot \frac{1'38 \cdot 0'33 \text{ g HCl}}{1 \text{ mL}} \cdot \frac{1 \text{ mol HCl}}{36'5 \text{ g HCl}} = 0'025 \text{ moles HCl}$$

Calculamos la molaridad de la disolución:  $M = \frac{0'025}{0'25} = 0'1 \text{ M}$

Como es un ácido fuerte estará totalmente dissociado, luego:  $[\text{H}^+] = 0'1 \Rightarrow \text{pH} = -\log 0'1 = 1$

b) Le reacción de neutralización es:



Por la estequiometria de la reacción vemos que:

$$100 \text{ ml HCl} \cdot \frac{0'1 \text{ mol HCl}}{1000 \text{ ml HCl}} \cdot \frac{1 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2}{2 \text{ moles HCl}} \cdot \frac{1000 \text{ ml Ca}(\text{OH})_2}{0'02 \text{ moles Ca}(\text{OH})_2} = 250 \text{ ml Ca}(\text{OH})_2$$

Se disuelven 20 L de  $\text{NH}_3(\text{g})$ , medidos a  $10^\circ\text{C}$  y 2 atm de presión, en una cantidad de agua suficiente para preparar 4'5 L de disolución. Calcule:

a) El grado de disociación del amoníaco en la disolución.

b) Si a 200 mL de dicha disolución se le añaden 300 mL de agua, calcule el pH de la disolución resultante.

Datos:  $R = 0'082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $K_b(\text{NH}_3) = 1'78 \cdot 10^{-5}$

QUÍMICA. 2021. RESERVA 1. EJERCICIO C3

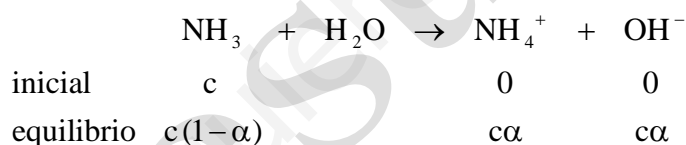
### R E S O L U C I Ó N

a) Calculamos la concentración de la disolución.

$$n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{2 \cdot 20}{0'082 \cdot 283} = 1'724 \text{ moles}$$

$$c = \frac{\text{moles}}{V} = \frac{1'724}{4'5} = 0'383 \text{ M}$$

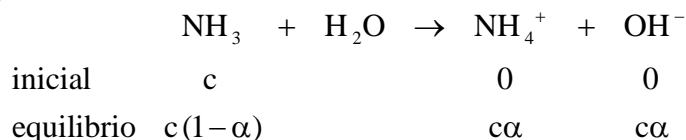
La disolución del amoníaco es el hidróxido de amonio, que es una base débil, disociada parcialmente.



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{c^2 \alpha^2}{c(1-\alpha)} = \frac{c \cdot \alpha^2}{(1-\alpha)} \Rightarrow 1'78 \cdot 10^{-5} \approx 0'383 \cdot \alpha^2 \Rightarrow \alpha = 6'81 \cdot 10^{-3}$$

b) Calculamos la concentración de la nueva disolución

$$c = \frac{\text{moles}}{V} = \frac{0'383 \cdot 0'2}{0'5} = 0'1532 \text{ M}$$



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{c^2 \alpha^2}{c(1-\alpha)} = \frac{c \cdot \alpha^2}{(1-\alpha)} \Rightarrow 1'78 \cdot 10^{-5} \approx 0'1532 \cdot \alpha^2 \Rightarrow \alpha = 0'01$$

Por definición:

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \log 0'1532 \cdot 0'01 = 11'18$$

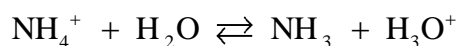
Razone si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) El pH de una disolución de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  es mayor que 7.  
b) Si el pH de una disolución de un ácido fuerte monoprótico (HA) es 2'17 su concentración está comprendida entre 0'001 M y 0'0001 M  
c) Una disolución de  $\text{NaNO}_3$  tiene un pH menor que una de  $\text{CH}_3\text{COONa}$  de la misma concentración.

QUÍMICA. 2021. RESERVA 2. EJERCICIO B4

### R E S O L U C I Ó N

a) Falsa. Ya que, el ión  $\text{NH}_4^+$ , sufre la reacción de hidrólisis.



Por lo tanto, la disolución tiene carácter ácido, con lo cual su pH será menor que 7.

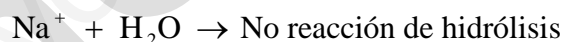
b) Falsa. Ya que, si el ácido es fuerte estará totalmente disociado en sus iones, con lo cual,  $\text{pH} = -\log c = 2'17 \Rightarrow c = 10^{-2'17} = 6'76 \cdot 10^{-3} > 1 \cdot 10^{-3}$

c) Verdadera. Ya que, el nitrato de sodio proviene del ácido nítrico (ácido fuerte) y del hidróxido de sodio (base fuerte). Ninguno de sus iones se hidroliza y, por tanto, no se generan iones hidronios ni iones hidroxilo por lo que la disolución será neutra y presentará un  $\text{pH} = 7$ .

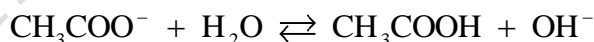
El  $\text{CH}_3\text{COONa}$  es una sal que en agua estará totalmente disociada en sus iones



El ión  $\text{Na}^+$  no sufre hidrólisis ya que proviene de una base fuerte

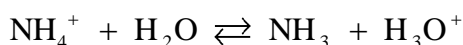


El ión  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  sufre la reacción de hidrólisis, ya que proviene de un ácido débil, con lo cual:



Por lo tanto, su pH será mayor que 7.

c) Cuando el cloruro amónico se disuelve se disocia en iones cloruro y amonio. El cloruro, que es la base débil conjugada del ácido clorhídrico no se hidroliza. Pero el amonio, ácido débil conjugado del amoníaco, si reaccionará con el agua dando lugar a iones hidronio según:



La disolución pues, será ácida y su pH será menor que 7.

Se disuelven 3'568 g de ácido yódico ( $\text{HIO}_3$ ) en 250 mL de agua, resultando una disolución de  $\text{pH} = 1'22$ .

a) Calcule la constante de disociación ( $K_a$ ).

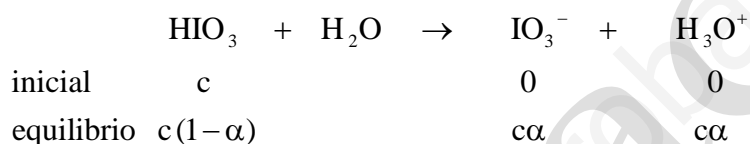
b) Si se mezclan 50 mL de la disolución de  $\text{HIO}_3$  del enunciado con 50 mL de agua ¿cuál será el pH de esta disolución diluida? ¿Y el grado de disociación del ácido en dicha disolución?.

Masas atómicas relativas: I = 127; O = 16; H = 1.

QUIMICA. 2021. RESERVA 2. EJERCICIO C3

### R E S O L U C I Ó N

a)

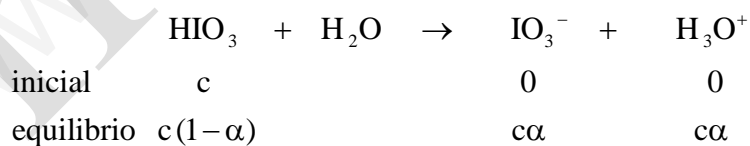


$$c = \frac{3'568}{\frac{176}{0'25}} = 0'08 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log c\alpha = -\log 0'08 \cdot \alpha = 1'22 \Rightarrow \alpha = 0'753$$

$$K_a = \frac{[\text{IO}_3^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HIO}_3]} = \frac{c \cdot \alpha^2}{(1-\alpha)} = \frac{0'08 \cdot (0'753)^2}{1-0'753} = 0'184$$

b) Calculamos la nueva concentración:  $c = \frac{0'08 \cdot 0'05}{0'1} = 0'04 \text{ M}$



$$K_a = \frac{[\text{IO}_3^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HIO}_3]} = \frac{c \cdot \alpha^2}{(1-\alpha)} = \frac{0'04 \cdot \alpha^2}{1-\alpha} = 0'184 \Rightarrow \alpha = 0'845$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log c \cdot \alpha = -\log 0'04 \cdot 0'845 = 1'47$$

Se ha preparado una disolución acuosa 0'1 M de ácido butanoico (ácido débil monoprótico, R-COOH), cuya constante de disociación es  $1'52 \cdot 10^{-5}$  a 25°C

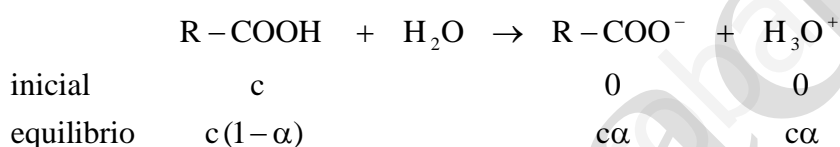
a) Calcule las concentraciones de todas las especies químicas en el equilibrio y el grado de disociación.

b) Si se mezclan 250 mL de la disolución anterior del ácido con 250 mL de agua, ¿cuál será el pH de la disolución y el grado de disociación del ácido?.

QUÍMICA. 2021. RESERVA 3. EJERCICIO C3

### RESOLUCIÓN

a)

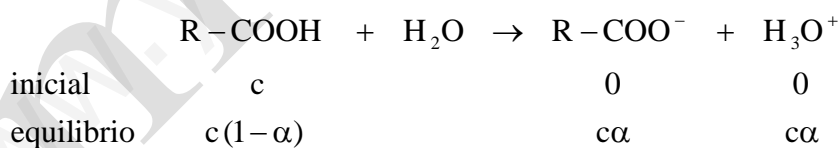


$$K_a = \frac{[R-COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[R-COOH]} = \frac{c^2 \alpha^2}{c(1-\alpha)} = \frac{c \cdot \alpha^2}{(1-\alpha)} \approx c \cdot \alpha^2 \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}} = \sqrt{\frac{1'52 \cdot 10^{-5}}{0'1}} = 0'012$$

$$[R-COO^-] = [H_3O^+] = c \cdot \alpha = 0'1 \cdot 0'012 = 1'2 \cdot 10^{-3}$$

$$[R-COOH] = c(1-\alpha) = 0'1 \cdot (1-0'012) = 0'0988$$

b) Calculamos la nueva concentración del ácido:  $c = \frac{0'1 \cdot 0'25}{0'5} = 0'05$



$$K_a = \frac{[R-COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[R-COOH]} = \frac{c^2 \alpha^2}{c(1-\alpha)} = \frac{c \cdot \alpha^2}{(1-\alpha)} \approx c \cdot \alpha^2 \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}} = \sqrt{\frac{1'52 \cdot 10^{-5}}{0'05}} = 0'017$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log c\alpha = -\log 0'05 \cdot 0'017 = 3'07$$

Justifique, haciendo uso de las reacciones químicas correspondientes:

a) Si el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) es una base según la teoría de Brønsted-Lowry.

b) Si una disolución acuosa de acetato de sodio ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) tiene un pH mayor que 7.

c)Cuál es la base conjugada del anión  $\text{HCO}_3^-$ .

**QUÍMICA. 2021. RESERVA 4. EJERCICIO B5**

### R E S O L U C I Ó N

a) Según la teoría de Brønsted y Lowry:

Ácido: es toda especie química capaz de ceder protones

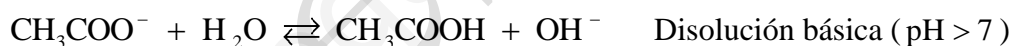
Base: es toda especie química capaz de aceptar protones.

El  $\text{NH}_3$  es una base, ya que es capaz de aceptar un protón.

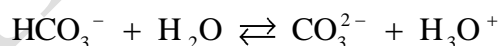


b) El acetato de sodio se disocia en:  $\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$

El ión  $\text{Na}^+$  viene de una base fuerte, por lo tanto, no sufre la reacción de hidrólisis, mientras que el  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  viene de un ácido débil y si sufre la reacción de hidrólisis:



c) La base conjugada es el ion  $\text{CO}_3^{2-}$ , ya que:





a) ¿Qué masa de NaOH hay que añadir a 500 mL de agua para obtener una disolución de  $\text{pH} = 11'5$ ?

b) ¿Qué volumen de disolución comercial de HCl de 35'2% de riqueza en masa y  $1'175 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  de densidad se necesitan para neutralizar la disolución anterior?

Masas atómicas: H = 1; O = 16; Na = 23; Cl = 35'5

QUÍMICA. 2021. RESERVA 4. EJERCICIO C3

### R E S O L U C I Ó N

a) Como el NaOH es una base fuerte, está totalmente disociada. Por lo tanto, la  $[\text{OH}^-]$  coincide con la concentración de NaOH.

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 11'5 = 2'5 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2'5} = 3'16 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$\left. \begin{array}{l} 1000 \text{ mL disolución} \rightarrow 3'16 \cdot 10^{-3} \cdot 40 \text{ g NaOH} \\ 500 \text{ mL} \rightarrow x \end{array} \right\} \Rightarrow x = 0'0632 \text{ g NaOH}$$

b) Calculamos la molaridad del HCl

$$M = \frac{\text{Moles HCl}}{1 \text{ L disolución}} = \frac{1175 \cdot \frac{35'2}{100}}{36'5} = 11'33 \text{ M}$$

Calculamos el volumen de disolución de HCl que necesitamos para neutralizar la disolución de NaOH

$$V_a \cdot M_a = V_b \cdot M_b \Rightarrow V_a \cdot 11'33 = 0'5 \cdot 3'16 \cdot 10^{-3} \Rightarrow V_a = 1'39 \cdot 10^{-4} \text{ L} = 0'139 \text{ mL de HCl}$$

**Justifique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:**

**a) En una disolución acuosa básica no existe la especie  $\text{H}_3\text{O}^+$ .**

**b) Al disminuir la concentración de un ácido en disolución acuosa aumenta el pH.**

**c) Al mezclar 100 mL de una disolución acuosa 1 M de HCl con 200 mL de otra disolución acuosa de NaOH 0'5 M, el pH de la disolución resultante es básico.**

**QUÍMICA. 2021. JULIO. EJERCICIO B5**

## R E S O L U C I Ó N

a) Falsa. En las disoluciones básicas la  $[\text{OH}^-]$  es mayor que la  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ , pero la  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  no es nula, ya que  $[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$

b) Verdadera. Al disminuir la  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ , el pH aumenta aproximándose su valor a 7.

c) Falsa. Ya que los moles de HCl y los moles de NaOH son iguales, con lo cual la disolución es neutra.

$$\text{Moles HCl} = 1 \cdot 0'1 = 0'1 \text{ moles}$$

$$\text{Moles NaOH} = 0'5 \cdot 0'2 = 0'1 \text{ moles}$$

Una disolución 0'1 M de un ácido débil monoprótico (HA) tiene el mismo pH que una disolución de HCl  $5'49 \cdot 10^{-3}$  M. Calcule:

a) El pH de la disolución y el grado de disociación del ácido débil.

b) La constante de ionización del ácido débil.

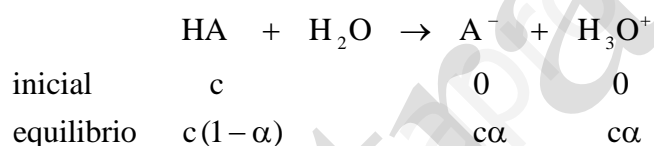
QUÍMICA. 2021. JULIO. EJERCICIO C3

### R E S O L U C I Ó N

a) El HCl es un ácido fuerte y está totalmente disociado, luego:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 5'49 \cdot 10^{-3} = 2'26$$

Calculamos el grado de disociación del ácido débil



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c} = \frac{5'49 \cdot 10^{-3}}{0'1} = 5'49 \cdot 10^{-2}$$

b) Calculamos la constante

$$K_a = \frac{[\text{A}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{c^2 \alpha^2}{c(1-\alpha)} = \frac{c \cdot \alpha^2}{(1-\alpha)} = \frac{0'1 \cdot (5'49 \cdot 10^{-2})^2}{1 - 5'49 \cdot 10^{-2}} = 3'19 \cdot 10^{-4}$$