

## QUÍMICA

### TEMA 6: EQUILIBRIOS ÁCIDO-BASE

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

www.emestrada.org

Justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) En una disolución diluida de un ácido fuerte HX hay mayor proporción de HX que de  $X^-$ .  
b) Cuando se disuelve  $CH_3COONa$  en agua se producen iones  $OH^-$ .  
c) El pH de una disolución 0'1 M de HCl es menor que el de una disolución 0'1 M de  $CH_3COOH$  ( $K_a = 1'75 \cdot 10^{-5}$ ).

QUÍMICA. 2024. JUNIO. EJERCICIO B5

### R E S O L U C I Ó N

a) Falsa. Si el ácido es fuerte está totalmente disociado en sus iones, luego la  $[HX]$  será nula y la  $[X^-] = [H_3O^+]$  serán mayores e iguales a la concentración inicial del ácido.

b) Verdadera. El acetato de sodio se disocia en:  $CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$

El ión  $Na^+$  viene de una base fuerte, por lo tanto, no sufre la reacción de hidrólisis, mientras que el  $CH_3COO^-$  viene de un ácido débil y si sufre la reacción de hidrólisis:



c) Verdadera. El pH del HCl al ser un ácido fuerte es  $pH = -\log 0'1 = 1$ . Mientras que el  $CH_3COOH$  al ser débil, estará parcialmente disociado con lo cual la  $[H_3O^+]$  será menor de 0'1 y el pH será, por lo tanto, mayor que 1.

Se preparan 10 L de una disolución de ácido metanoico (HCOOH) disolviendo 23 g en agua. Teniendo en cuenta que el pH de la disolución es 3, calcule:

a) El grado de disociación del ácido.

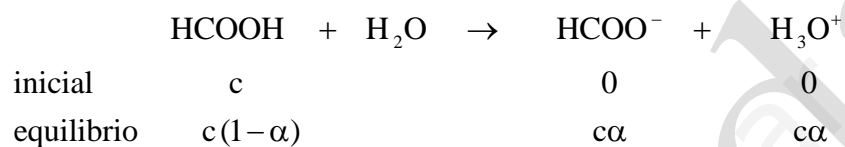
b) El valor de la constante de disociación.

Datos: Masas atómicas relativas: C = 12; O = 16; H = 1.

QUIMICA. 2024. JUNIO. EJERCICIO C3

### R E S O L U C I Ó N

a)



$$c = \frac{23}{\frac{46}{10}} = 0'05 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log c\alpha \Rightarrow 3 = -\log 0'05 \cdot \alpha \Rightarrow 10^{-3} = 0'05 \cdot \alpha \Rightarrow \alpha = 0'02$$

b) Calculamos la constante de disociación

$$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{c \cdot \alpha^2}{(1-\alpha)} = \frac{0'05 \cdot (0'02)^2}{(1-0'02)} = 2'04 \cdot 10^{-5}$$

Justifique, escribiendo las correspondientes reacciones químicas, si el pH de las siguientes disoluciones acuosas es ácido, básico o neutro:

a) Disolución de  $\text{NH}_3$  cuya constante de equilibrio es  $K_b = 1'8 \cdot 10^{-5}$ .

b) Disolución de  $\text{NaBrO}$ , teniendo en cuenta que la constante de equilibrio del  $\text{HBrO}$  es  $K_a = 2'3 \cdot 10^{-9}$ .

c) Disolución resultante de la mezcla de 100 mL de disolución de  $\text{HCl}$  0,2 M y de 150 mL de disolución de  $\text{NaOH}$  0,2 M

**QUÍMICA. 2024. RESERVA 1. 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 hipobromito de sodio se disocia en:  $\text{NaBrO} \rightarrow \text{BrO}^- + \text{Na}^+$

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



c) La reacción de neutralización es:  $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

Calculamos los moles de  $\text{HCl}$ :  $0'2 \cdot 0'1 = 0'02$

Calculamos los moles de  $\text{NaOH}$ :  $0'2 \cdot 0'15 = 0'03$

Como reaccionan mol a mol, entonces sobran 0'01 mol de  $\text{NaOH}$ , por lo tanto, el pH será básico

Se disuelven 0'2 g de  $\text{Ca(OH)}_2$  en agua, hasta un volumen final de 250 mL. Basándose en la reacción de disociación correspondiente, calcule:

a) La molaridad de la disolución y su pH.

b) El pH de una disolución obtenida al diluir 15 mL de la disolución del enunciado en agua hasta un volumen de 100 mL.

Datos: Masas atómicas relativas: Ca = 40 ; O = 16 ; H = 1

**QUÍMICA. 2024. RESERVA 1. EJERCICIO C3**

### R E S O L U C I Ó N

a) El hidróxido de calcio se disocia según la reacción:



$$\text{La molaridad de la disolución será: } M = \frac{\text{moles soluto}}{1\text{L disolución}} = \frac{\frac{0'2}{74}}{0'25} = 0'011 \text{ M}$$

Al tratarse de una base fuerte estará totalmente disociada en sus iones, con lo cual:

$$[\text{OH}^-] = 2 \cdot 0'011 = 0'022 \text{ M l}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \log[\text{OH}^-] = 14 + \log(0'022) = 12'34 .$$

b) Calculamos la molaridad de la nueva disolución

$$M = \frac{\text{moles soluto}}{1\text{L disolución}} = \frac{0'011 \cdot 0'015}{0'1} = 1'65 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = 2 \cdot 1'65 \cdot 10^{-3} = 3'3 \cdot 10^{-3} \text{ M l}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \log[\text{OH}^-] = 14 + \log(3'3 \cdot 10^{-3}) = 11'52 .$$

Una disolución acuosa de KOH para uso industrial tiene una composición del 40% de riqueza en masa y densidad  $1'515 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$

a) Calcule el volumen necesario de esta disolución para preparar 5 L de una disolución acuosa de  $\text{pH} = 13$ .

b) Si a 50 mL de la disolución de KOH de uso industrial se le adiciona agua hasta un volumen de 250 mL, calcule el volumen de una disolución acuosa de  $\text{HClO}_4$  2 M necesario para neutralizarla.

Datos: Masas atómicas relativas:  $\text{H} = 1$  ;  $\text{O} = 16$  ;  $\text{K} = 39$

QUÍMICA. 2024. RESERVA 2. EJERCICIO C3

### R E S O L U C I Ó N

a) Calculamos la molaridad de la disolución

$$M = \frac{\text{moles}}{\text{volumen(L)}} = \frac{1515 \cdot 0'4}{56} = 10'82 \text{ M}$$

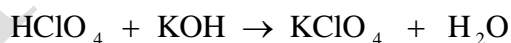
Como el KOH es una base fuerte estará totalmente disociada, luego:

$$\text{pH} = 13 \Rightarrow \text{pOH} = 1 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-1}$$

Calculamos el volumen necesario:

$$V \cdot M = V' \cdot M' \Rightarrow V \cdot 10'82 = 5 \cdot 10^{-1} \Rightarrow V = 0'0462 \text{ L} = 46'2 \text{ mL}$$

b) La reacción de neutralización es:



Calculamos la molaridad del KOH

$$M = \frac{\text{moles}}{\text{volumen(L)}} = \frac{10'82 \cdot 0'05}{0'25} = 2'16 \text{ M}$$

Calculamos el volumen necesario:

$$V_a \cdot M_a = V_b \cdot M_b \Rightarrow V_a \cdot 2 = 2'16 \cdot 0'25 \Rightarrow V = 0'27 \text{ L} = 270 \text{ mL}$$

Se ha preparado una disolución acuosa 0,1 M de un ácido débil monoprotónico, R-COOH ( $K_a = 1'52 \cdot 10^{-5}$ ).

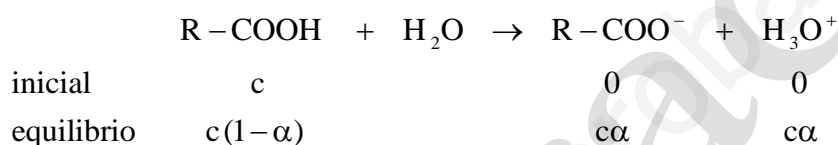
a) Calcule las concentraciones de todas las especies químicas en el equilibrio y el grado de disociación.

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

QUÍMICA. 2024. RESERVA 3. EJERCICIO C3

### RESOLUCIÓN

a)

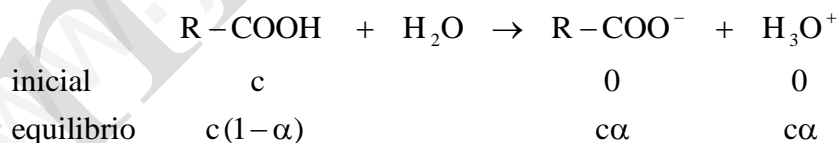


$$K_a = \frac{[\text{R-COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{R-COOH}]} = \frac{c^2 \alpha^2}{c(1-\alpha)} = \frac{c \cdot \alpha^2}{(1-\alpha)} \approx c \cdot \alpha^2 \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}} = \sqrt{\frac{1'52 \cdot 10^{-5}}{0'1}} = 0'012$$

$$[\text{R-COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = c \cdot \alpha = 0'1 \cdot 0'012 = 1'2 \cdot 10^{-3}$$

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

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



$$K_a = \frac{[\text{R-COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{R-COOH}]} = \frac{c^2 \alpha^2}{c(1-\alpha)} = \frac{c \cdot \alpha^2}{(1-\alpha)} \approx c \cdot \alpha^2 \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}} = \sqrt{\frac{1'52 \cdot 10^{-5}}{0'05}} = 0'017$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log c\alpha = -\log 0'05 \cdot 0'017 = 3'07$$

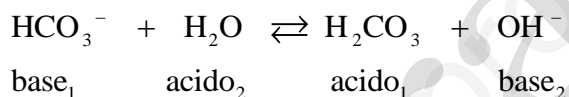
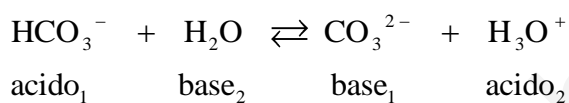
**Indique de forma justificada:**

- a) Cuál de las siguientes especies es anfótera:  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$   
 b) Cuál es el ácido conjugado de  $\text{HPO}_4^{2-}$   
 c) Qué disolución 0,5 M de las sales  $\text{KCl}$  o  $\text{NH}_4\text{Cl}$  presentará el pH más bajo.

**QUIMICA. 2024. RESERVA 4 EJERCICIO B4**

### R E S O L U C I Ó N

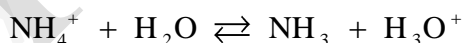
- a) El  $\text{HCO}_3^-$  es anfótero, ya que se puede comportar como ácido o como base



- b) El ácido conjugado será el  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$

c) El cloruro potásico proviene del ácido clorhídrico (ácido fuerte) y del hidróxido potásico (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  $\text{pH} = 7$ .

Quando 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.

Luego, el  $\text{NH}_4\text{Cl}$  presentará el pH más bajo



Se preparan 250 mL de una disolución acuosa de HCl a partir de 2 mL de una disolución de HCl comercial de densidad  $1'383 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  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  $\text{Ca(OH)}_2$  0'02 M es necesario añadir para neutralizar 100 mL de la disolución de HCl que se ha preparado?.

Masas atómicas: H = 1; Cl = 35'5.

QUÍMICA. 2024. RESERVA 4. EJERCICIO C3

### R E S O L U C I Ó N

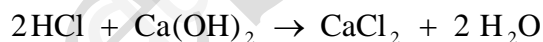
a) Vamos a calcular los gramos que necesitamos para preparar 0'1 L 0'2 M

$$2 \text{ mL} \cdot \frac{1'383 \cdot 0'33 \text{ g HCl}}{1 \text{ mL}} \cdot \frac{1 \text{ mol HCl}}{36'5 \text{ g HCl}} = 0'025 \text{ moles HCl}$$

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:

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

El agua fuerte es una disolución acuosa que contiene un 25% en masa de HCl y tiene una densidad de  $1'09 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ . Se diluyen 25 mL de agua fuerte añadiendo agua hasta un volumen final de 250 mL.

a) Calcule la concentración molar y el pH de la disolución diluida.

b) ¿Qué volumen de una disolución que contiene  $3'7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  será necesario para neutralizar 20 mL de la disolución diluida de HCl?.

Datos: Masas atómicas: H = 1 ; Cl = 35'5 ; O = 16 ; Ca = 40 .

QUÍMICA. 2024. JULIO. EJERCICIO C3

### R E S O L U C I Ó N

a) Calculamos los moles que hay en 25 mL

$$25 \text{ mL disolución} \cdot \frac{\frac{1090 \cdot 0'25}{36'5} \text{ moles HCl}}{1000 \text{ mL disolución}} = 0'187$$

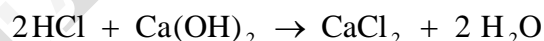
Calculamos la molaridad de la disolución diluida

$$M = \frac{0'187}{0'25} = 0'748 \text{ M} \approx 0'75 \text{ M}$$

Como el HCl es un ácido fuerte estará totalmente dissociado, luego:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0'75 = 0'12$$

b) Le reacción de neutralización es:



Calculamos los moles de HCl:

$$\text{moles} = V \cdot M = 0'02 \cdot 0'75 = 0'015 \text{ moles de HCl}$$

Por la estequiometría de la reacción vemos que:

$$0'015 \text{ moles HCl} \cdot \frac{1 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2}{2 \text{ moles HCl}} \cdot \frac{74 \text{ g Ca}(\text{OH})_2}{1 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2} \cdot \frac{1000 \text{ mL Ca}(\text{OH})_2}{3'7 \text{ g Ca}(\text{OH})_2} = 150 \text{ mL}$$

Luego necesitamos 150 mL de disolución de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$