

QUÍMICA**TEMA 6: EQUILIBRIOS ÁCIDO-BASE**

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

Responda razonadamente a las siguientes cuestiones:

a) ¿Cómo será el pH de una disolución acuosa de NH_4Cl ?

b) En el equilibrio: $\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$, la especie HSO_4^- ¿actúa como un ácido o una base según la teoría de Brønsted-Lowry?

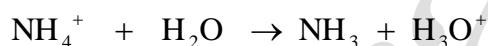
c) ¿Qué le ocurre al pH de una disolución de NH_3 si se le añade agua?

QUÍMICA. 2022. JUNIO. B5

R E S O L U C I Ó N

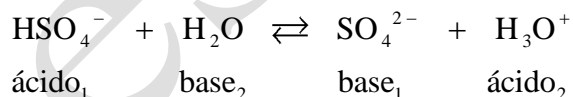
a) El cloruro de amonio proviene del ácido clorhídrico (ácido fuerte) y del amoníaco (base débil) y en agua se disocia: $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$

El Cl^- es débil y no reaccionará con el agua, pero el ión amonio es fuerte y sí reacciona con el agua



En la hidrólisis se generan iones H_3O^+ , con lo cual la disolución tendrá carácter ácido, $\text{pH} < 7$.

b) Según la teoría de Brønsted-Lowry un ácido es una sustancia que cede protones H^+ a una base, y una base es una sustancia que acepta protones H^+ de un ácido. La especie HSO_4^- está actuando como ácido.



c) Al añadir agua a una base débil, prácticamente no varía el número de moles de OH^- , pero al aumentar el volumen disminuye la concentración de OH^- , con lo cual el pH disminuye.

Se tiene una disolución de KOH de 2'4% de riqueza en masa y 1'05 g·mL⁻¹ de densidad. Basándose en las reacciones químicas correspondientes, calcule:

a) La molaridad y el pH de la disolución.

b) Los gramos de KOH que se necesitan para neutralizar 20 mL de una disolución de H₂SO₄ 0'5 M.

Masas atómicas relativas: K = 39 ; O = 16 ; H = 1

QUÍMICA. 2022. JUNIO. EJERCICIO C3

R E S O L U C I Ó N

a) Calculamos la molaridad de la disolución

$$M = \frac{\text{moles}}{V} = \frac{1050 \cdot 0'024}{56} = 0'45 \text{ M}$$

Calculamos el pH de esta disolución:

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log 0'45 = 0'35 \Rightarrow \text{pH} = 14 - 0'35 = 13'65$$

b) La reacción de neutralización es: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

Luego:

$$20 \text{ mL H}_2\text{SO}_4 \cdot \frac{0'5 \text{ moles H}_2\text{SO}_4}{1000 \text{ mL H}_2\text{SO}_4} \cdot \frac{2 \text{ moles KOH}}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \cdot \frac{56 \text{ g KOH}}{1 \text{ mol KOH}} = 1'12 \text{ g KOH}$$

Se prepara una disolución tomando 2 mL de ácido nítrico (HNO_3) 15 M y añadiendo agua hasta un volumen total de 0'5 L. Basándose en las reacciones químicas correspondientes, calcule:

a) La concentración y el pH de la disolución diluida.

b) ¿Qué volumen de disolución de hidróxido de potasio (KOH), del 40% de riqueza en masa y una densidad de $1'51 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, será necesario para neutralizar 20 mL de la disolución de ácido nítrico 15 M?.

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

QUÍMICA. 2022. RESERVA 1. EJERCICIO C3

R E S O L U C I Ó N

a) Calculamos la molaridad de la disolución

$$M = \frac{\text{moles}}{V} = \frac{15 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{0'5} = 0'06 \text{ M}$$

El ácido nítrico es una ácido fuerte y estará totalmente dissociado en sus iones



Calculamos el pH de esta disolución: $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0'06 = 1'22$

b) La reacción de neutralización es: $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Calculamos la molaridad de la disolución de KOH

$$M = \frac{\text{moles}}{V} = \frac{1510 \cdot 0'4}{56'1} = 10'77 \text{ M}$$

Luego:

$$V_a \cdot M_a = V_b \cdot M_b \Rightarrow 20 \cdot 10^{-3} \cdot 15 = V_b \cdot 10'77 \Rightarrow V_b = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 15}{10'77} = 0'02785 \text{ L} = 27'85 \text{ mL}$$

Las constantes de acidez de los ácidos HClO y HCN son $K_a = 4 \cdot 10^{-8}$ y $K_a = 7'25 \cdot 10^{-10}$, respectivamente.

a) Escriba las reacciones químicas de disociación correspondientes, indicando los pares conjugados ácido/base.

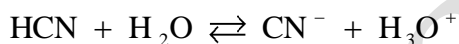
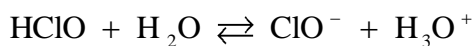
b) Justifique cuál de las dos bases conjugadas tiene la mayor constante de basicidad.

c) Justifique si a igual concentración sus disoluciones tienen el mismo valor de pH.

QUÍMICA. 2022. RESERVA 2. EJERCICIO B5

R E S O L U C I Ó N

a) Las reacciones de disociación son:



Los pares ácido/base son: HCN / CN^- y $\text{HClO} / \text{ClO}^-$

b) La expresión $K_a \cdot K_b = K_w = 10^{-14}$, relaciona las dos constantes.

Al ácido más débil es el HCN , ya que tiene la K_a más pequeña. Por lo tanto, su base conjugada, el CN^- será más fuerte que ClO^- .

c) El ácido más débil es el HCN , por lo tanto, estará menos disociado que el HClO . Luego, a igual concentración, el HClO tendrá un pH más ácido que el HCN .

Una disolución acuosa de amoníaco (NH_3) tiene una concentración 2 M. Basándose en las reacciones químicas correspondientes, calcule:

a) El grado de disociación del NH_3 y el pH de la disolución.

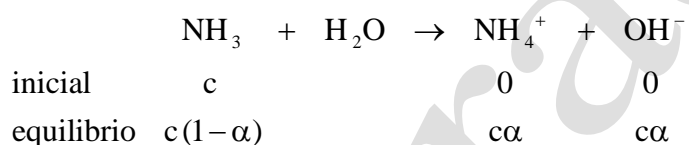
b) Los gramos de hidróxido de sodio (NaOH) necesarios para preparar 1 L de una disolución con el mismo pH que la disolución de NH_3 anterior.

Datos: $K_b = 1'8 \cdot 10^{-5}$. Masas atómicas relativas: Na = 23 ; O = 16 ; H = 1

QUÍMICA. 2022. RESERVA 2. EJERCICIO C3

R E S O L U C I Ó N

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



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{c^2\alpha^2}{c(1-\alpha)} = \frac{c \cdot \alpha^2}{(1-\alpha)} \Rightarrow 1'8 \cdot 10^{-5} = \frac{2 \cdot \alpha^2}{1-\alpha} \Rightarrow \alpha = 3 \cdot 10^{-3}$$

Por definición:

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - \log 2 \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 11'77$$

b) El NaOH es una base fuerte que está totalmente disociada en sus iones.

$$[\text{OH}^-] = 2 \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 10^{-3} \Rightarrow [\text{NaOH}] = 6 \cdot 10^{-3} = \frac{\text{moles}}{1\text{L}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{moles NaOH} = 6 \cdot 10^{-3} \Rightarrow 6 \cdot 10^{-3} \cdot 40 = 0'24 \text{ g NaOH}$$

Justifique el pH de las disoluciones acuosas de las siguientes sales:

a) NaNO_3

b) NaCN

c) NH_4Cl

QUÍMICA. 2022. RESERVA 3. EJERCICIO B5

R E S O L U C I Ó N

a) 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 $\text{pH} = 7$.

b) El cianuro sódico es una sal que procede de un ácido débil y de una base fuerte.

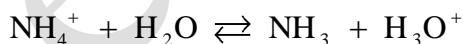


El ión cianuro sufre la reacción de hidrólisis.



y produce un pH básico.

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.

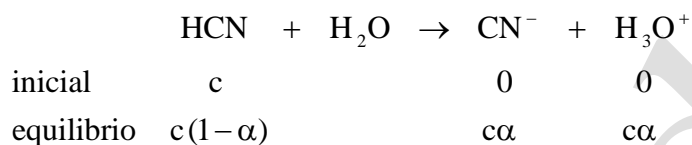
Una disolución acuosa de cianuro de hidrógeno (HCN) 0'01 M tiene un pH de 5'6. Basándose en la reacción química correspondiente, calcule:

- a) La concentración molar de todas las especies químicas presentes en el equilibrio.
b) El grado de disociación del HCN y el valor de su constante de acidez.

QUÍMICA. 2022. RESERVA 3. EJERCICIO C3

R E S O L U C I Ó N

a)



$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 5'6 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5'6} = 2'51 \cdot 10^{-6}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2'51 \cdot 10^{-6} = c\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{2'51 \cdot 10^{-6}}{0'01} = 2'51 \cdot 10^{-4}$$

Las concentraciones de las especies son:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{CN}^-] = 2'51 \cdot 10^{-6}$$

$$[\text{HCN}] = c(1 - \alpha) = 0'01(1 - 2'51 \cdot 10^{-4}) = 9'99 \cdot 10^{-3}$$

b)

$$K_a = \frac{[\text{CN}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCN}]} = \frac{c^2 \alpha^2}{c(1 - \alpha)} = \frac{c \cdot \alpha^2}{(1 - \alpha)} = \frac{0'01 \cdot (2'51 \cdot 10^{-4})^2}{1 - 2'51 \cdot 10^{-4}} = 6'3 \cdot 10^{-10}$$

Se disuelven 27'05 g de ácido metanoico (HCOOH) en agua hasta 1 L de disolución. Si el pH de la disolución obtenida es 2, basándose en la reacción química correspondiente, calcule:

a) El grado de disociación y el valor de la constante de disociación del ácido.

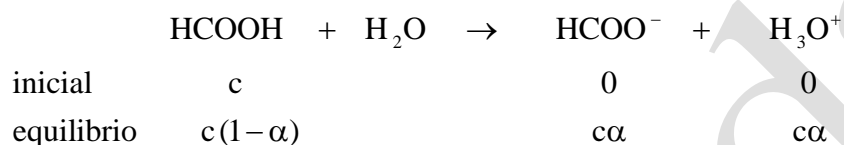
b) El pH de una disolución del mismo ácido de concentración 0'2 M.

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

QUIMICA. 2022. RESERVA 4. EJERCICIO C3

R E S O L U C I Ó N

a)



$$c = \frac{\frac{27'05}{46}}{1} = 0'588 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log c\alpha \Rightarrow 2 = -\log 0'588 \cdot \alpha \Rightarrow 10^{-2} = 0'588 \cdot \alpha \Rightarrow \alpha = 0'017$$

$$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{c \cdot \alpha^2}{(1 - \alpha)} = \frac{0'588 \cdot (0'017)^2}{(1 - 0'017)} = 1'72 \cdot 10^{-4}$$

b) Calculamos el nuevo grado de disociación

$$K_a = 1'72 \cdot 10^{-4} = \frac{0'2 \cdot \alpha^2}{(1 - \alpha)} \Rightarrow 0'2 \cdot \alpha^2 + 1'72 \cdot 10^{-4} \alpha - 1'72 \cdot 10^{-4} = 0 \Rightarrow \alpha = 0'044$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log c\alpha = -\log 0'2 \cdot 0'044 = 2'05$$

b)

$$K_a \cdot K_b = K_w \Rightarrow K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{1'8 \cdot 10^{-4}} = 5'55 \cdot 10^{-11}$$

Justifique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- a) El par $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{OH}^-$ es un par conjugado ácido-base.**
- b) Al diluir con agua una disolución acuosa de un ácido fuerte no se modifica el valor del pH.**
- c) El pH neutro de una disolución acuosa de NaCl no se modifica al adicionar KCl.**

QUÍMICA. 2022. JULIO. EJERCICIO B4

R E S O L U C I Ó N

- a) Falsa. Según la teoría de Brönsted-Lowry los ácidos ceden protones y las bases toman protones. El H_3O^+ si cede un protón se convierte en H_2O que sería su base conjugada, luego el par sería $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$. Si el OH^- toma un protón se convierte en H_2O que sería su ácido conjugado, luego el par sería $\text{H}_2\text{O} / \text{OH}^-$.
- b) Falsa. Un ácido fuerte está totalmente disociado. Al añadir agua, la concentración de H_3O^+ varía, con lo cual el pH también varia.
- c) Verdadera. El NaCl forma disoluciones neutras ya que es una sal de ácido fuerte y base fuerte. El KCl también es una sal de ácido fuerte y base fuerte. Por eso, el pH no se modifica.

En una disolución acuosa 0'03 M de amoníaco (NH_3), éste se encuentra disociado en un 2'4 %.

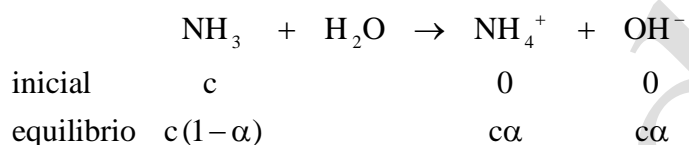
Basándose en la reacción química correspondiente, calcule:

- a) El pH de la disolución y el valor de la constante de basicidad del amoníaco.
b) La molaridad que debe tener una disolución de NH_3 para que su pH sea 11.

QUÍMICA. 2022. JULIO. EJERCICIO C3

R E S O L U C I Ó N

a)



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{c^2 \alpha^2}{c(1-\alpha)} = \frac{c \cdot \alpha^2}{(1-\alpha)} = \frac{0'03 \cdot 0'024^2}{1-0'024} = 1'77 \cdot 10^{-5}$$

Calculamos el pH

$$[\text{OH}^-] = c \cdot \alpha = 0'03 \cdot 0'024 = 7'2 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \text{pOH} = -\log 7'2 \cdot 10^{-4} = 3'14 \Rightarrow \\ \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3,14 = 10'86$$

b) $\text{pH} = 11 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - 11 = 3 \Rightarrow [\text{OH}^-] = c \cdot \alpha = 10^{-3}$

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{c^2 \alpha^2}{c(1-\alpha)} = \frac{(c \cdot \alpha)^2}{c - c\alpha} = 1'77 \cdot 10^{-5} \Rightarrow \frac{(10^{-3})^2}{c - 10^{-3}} = 1'77 \cdot 10^{-5} \Rightarrow c = 0'057 \text{ M}$$