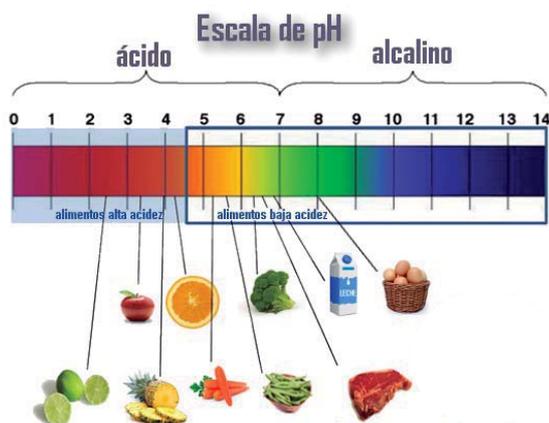


Tema 07

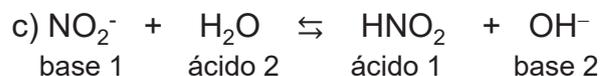
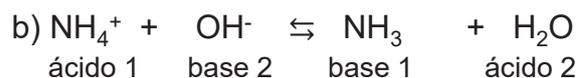
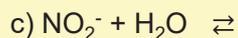
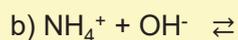
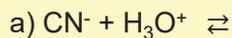
Ácidos y bases



IES Padre Manjón
Diego Navarrete Martínez
Eduardo Eisman Molina

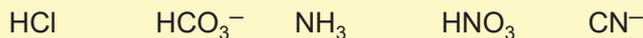
07.- Ácidos y bases. Actividades

1. Complete las ecuaciones siguientes e indique los pares ácido-base conjugados, según la teoría de Brönsted-Lowry:



07.- Ácidos y bases. Actividades

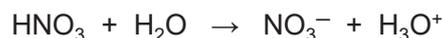
2. Dadas las siguientes especies químicas, en disolución acuosa:



Justifique según la teoría de Brønsted –Lowry, cuál o cuales pueden actuar :

- a) Sólo como ácidos.
- b) Sólo como bases.
- c) Como ácidos y como bases.

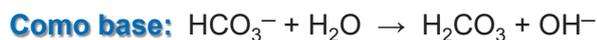
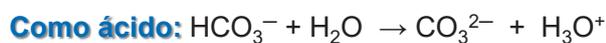
a) Sólo como ácidos:



b) Sólo como bases:

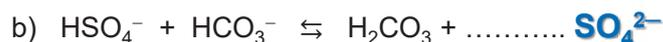
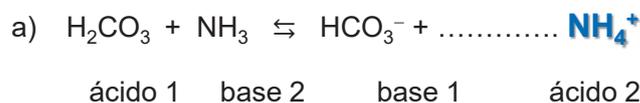
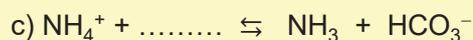
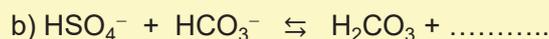
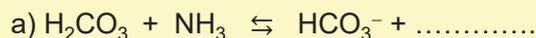


c) Como ácidos y como bases:



07.- Ácidos y bases. Actividades

3. De acuerdo con la teoría de Brønsted-Lowry complete las siguientes ecuaciones e indique los correspondientes pares ácido-base conjugados:



07.- Ácidos y bases. Actividades

4. Razone la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- a) A igual molaridad, cuanto más débil es un ácido menor es el pH de sus disoluciones.
- b) A un ácido fuerte le corresponde una base conjugada débil.
- c) No existen disoluciones diluidas de un ácido fuerte.

a) Falso. ya que cuanto más débil es un ácido, menor será su concentración de H_3O^+ y mayor su pH.

b) Verdadero. Si una sustancia tiene gran tendencia a ceder un protón, tendrá poca tendencia a ganarlo.

c) Falso. el que un ácido esté diluido significa que su concentración de H_3O^+ es pequeña, independientemente de que esté más o menos disociado.

07.- Ácidos y bases. Actividades

5. a) ¿Cuál es el pH de 50 mL de una disolución de HNO_3 0,3 M?.

b1) Si añadimos agua a los 50 mL de la disolución anterior hasta alcanzar un volumen de 250 mL, ¿cuál será el nuevo pH?;

b2) Describa el procedimiento a seguir y el material necesario para preparar la disolución más diluida.

c) ¿Cuántos gramos de hidróxido de potasio, KOH, se necesitan para preparar 250 mL de una disolución acuosa de pH = 13? (Masas atómicas: K = 39; O = 16; H = 1)

a) Como se trata de un ácido fuerte se encuentra totalmente disociado por lo que si la concentración del ácido es 0,3 M quiere decir que:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,3 \text{ M y } \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0,3 = 0,52.$$

b1) En los 50 mL de HNO_3 0,3 M hay: $0,05 \text{ L} \cdot 0,3 \text{ mol/L} = 0,015 \text{ mol}$ de HNO_3 .
Al añadir agua hasta los 250 mL, la nueva concentración de ácido será:

$$0,015 \text{ mol}/0,25 \text{ L} = 0,06 \text{ M. Por tanto, el } \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0,06 = 1,22.$$

b2) Para preparar la disolución diluida procederemos de la siguiente forma:

1. Tomamos con una pipeta 50 mL de disolución 0,3 M.
2. Ayudándonos con un frasco lavador colocamos en un matraz aforado de 250 mL un cierto volumen de agua (unos 150 mL).
3. Con un embudo vertemos los 50 mL de la disolución 0,3 M en el matraz aforado y removemos para homogeneizar la disolución y por último, con una pipeta completamos con agua hasta llegar a la señal del aforo.

c) Como $\text{pH} = 13$, $\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 1$ y por tanto $[\text{OH}^-] = 10^{-1} \text{ M}$.

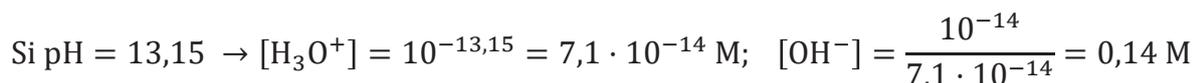
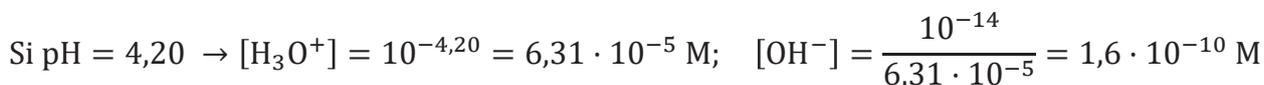
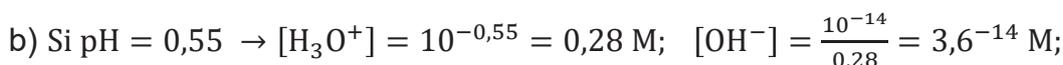
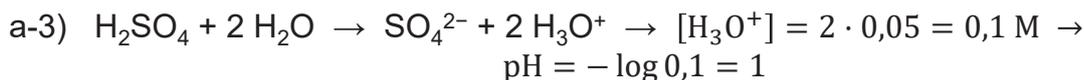
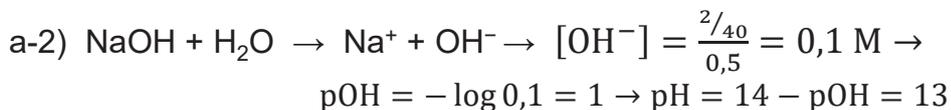
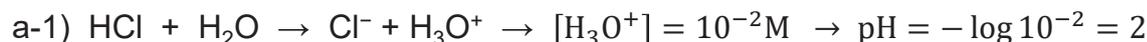
El KOH es una base fuerte, en disolución acuosa está totalmente disociado:

$$[\text{OH}^-]_{\text{equilibrio}} = [\text{KOH}]_{\text{inicial}} = 10^{-1} = 0,1 \text{ M}$$

por tanto en 250 mL de disolución habrá: $0,25 \text{ L} \cdot 0,1 \text{ mol/L} = 0,025 \text{ mol}$ de KOH y como su masa molar es 56 g/mol, el número de gramos será: $0,025 \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol} = 1,4 \text{ g}$ de KOH.

07.- Ácidos y bases. Actividades

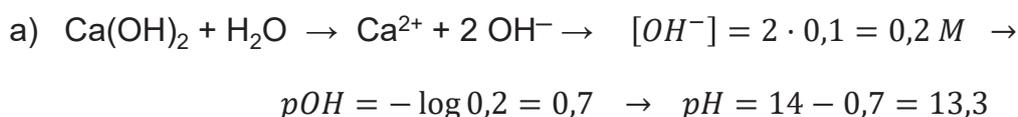
6. a) Determine el pH de: 1) Una disolución 10^{-2} M de HCl; 2) Disolución de 2g de NaOH en 500 mL de disolución; 3) Disolución 0,05 M de H_2SO_4 .
b) Calcule las concentraciones de los iones H_3O^+ y OH^- en tres disoluciones acuosas cuyo pH vale, respectivamente, 0,55; 4,20 y 13,15.



07.- Ácidos y bases. Actividades

7. Indique el valor del pH de una disolución 0.1 M de:

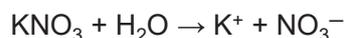
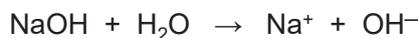
- Hidróxido de calcio.
- Ácido nítrico.
- Cloruro de calcio.



c) Como se trata de una sal de ácido fuerte y base fuerte, su $pH = 7$.

07.- Ácidos y bases. Actividades

8. a) Ordene de menor a mayor acidez las disoluciones acuosas de igual concentración de HNO_3 , NaOH y KNO_3 . Razone su respuesta.
b) Se tiene un ácido fuerte HA en disolución acuosa. Justifique qué le sucederá al pH de la disolución al añadir agua.



$\text{K}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ No se hidroliza por ser ácido conjugado de una base fuerte

$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ No se hidroliza por ser base conjugada de un ácido fuerte

Por lo que la disolución acuosa de KNO_3 será neutra.

- El orden de acidez pedido será: $\text{HNO}_3 > \text{KNO}_3 > \text{NaOH}$

b) Al añadir agua a la disolución de un ácido fuerte su concentración será menor y por tanto, será menor también su concentración de H_3O^+ , por lo que su pH será mayor.

07.- Ácidos y bases. Actividades

9. En dos disoluciones de la misma concentración de dos ácidos débiles monopróticos HA y HB, se comprueba que $[\text{A}^-]$ es mayor que $[\text{B}^-]$. Justifique la veracidad o falsedad de las afirmaciones siguientes:

a) El ácido HA es más fuerte que HB.

b) El valor de la constante de disociación del ácido HA es menor que el valor de la constante de disociación del ácido HB.

c) El pH de la disolución del ácido HA es mayor que el pH de la disolución del ácido HB.

a) Verdadero. Si $[\text{A}^-] > [\text{B}^-]$ indica que HA está más disociado que HB y, por tanto, HA es más fuerte que HB.

b) Falso. Si HA está más disociado que HB, a la misma concentración, significa que la constante de disociación de HA es mayor que la de HB.

c) Falso. Para una misma concentración inicial de ambos ácidos, HA está más disociado que HB, es decir, HA es más fuerte que HB (HA genera una concentración de H_3O^+ mayor que la generada por HB) y en consecuencia, el pH correspondiente a HA es menor;



07.- Ácidos y bases. Actividades

10. Las constantes de acidez del CH_3COOH y del HCN en disolución acuosa son $1,8 \cdot 10^{-5}$ y $4,93 \cdot 10^{-10}$ respectivamente.

a) Escriba la reacción de disociación de ambos ácidos en disolución acuosa y las expresiones de la constante de acidez.

b) Justifique cuál de ellos es el ácido más débil.

c) Escriba la reacción química de acuerdo con la teoría de Brønsted-Lowry y justifique el carácter básico del cianuro de sodio.



b) Es más débil el HCN ya que su constante de acidez es menor.



- $\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ El catión Na^+ es el ácido conjugado de una base fuerte (NaOH) y tendrá un carácter ácido débil por lo que no se hidroliza (solo se hidrata).
- Por su parte el anión CN^- será la base conjugada de un ácido débil (HCN) y tendrá un carácter básico fuerte por lo que se hidroliza: $\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCN} + \text{OH}^-$ por lo que la disolución tendrá carácter básico.

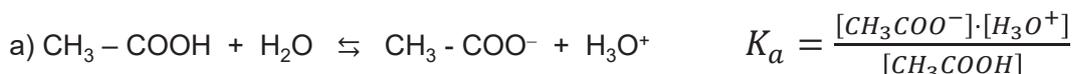
07.- Ácidos y bases. Actividades

11. Teniendo en cuenta que la constante de acidez del CH_3COOH es $1,8 \cdot 10^{-5}$:

a) Indique razonadamente si el CH_3COOH es un ácido fuerte.

b) Indique, mediante la reacción correspondiente, cuál es su base conjugada.

c) Calcule la constante de basicidad de su base conjugada.



- Como la constante de acidez es muy pequeña, quiere decir que se encuentra muy poco disociado, es decir el numerador será muy pequeño con respecto al denominador por lo que se tratará de un **ácido débil**.

b) De acuerdo con su disociación escrita en el apartado a) :

su base conjugada será $\text{CH}_3 - \text{COO}^-$.

$$\text{c) } K_a \cdot K_b = K_W \rightarrow K_b = \frac{K_W}{K_a} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 5,6 \cdot 10^{-10}$$

07.- Ácidos y bases. Actividades

12. Indique, razonadamente, si el pH de las disoluciones acuosas de las especies químicas siguientes es mayor, menor o igual a 7:

- a) NH_3
- b) NH_4Cl
- c) CaCl_2

a) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ por lo que su $\text{pH} > 7$.

b)
$$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-.$$

- El anión Cl^- es la base conjugada de un ácido fuerte (HCl) y tendrá un carácter de base débil por lo que no se hidroliza (solo se hidrata).
- Por su parte el catión NH_4^+ es el ácido conjugado de una base débil (NH_3) y tendrá un carácter ácido fuerte por lo que se hidroliza: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$, por lo que **la disolución tendrá carácter ácido.**

c)
$$\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$$

- El catión: $\text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ No se hidroliza por ser ácido débil conjugado de una base fuerte.
- El anión $\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ No se hidroliza por ser base débil conjugada de un ácido fuerte.
- **Por tanto el pH de la disolución será 7.**

07.- Ácidos y bases. Actividades

13. Indique, razonadamente, el carácter ácido, básico o neutro que presentarán las disoluciones de las siguientes sales:

- a) HCOONa
- b) K_2CO_3

a)
$$\text{HCOONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCOO}^- + \text{Na}^+.$$

- El catión Na^+ es el ácido conjugado de una base fuerte (NaOH) y tendrá un carácter débil por lo que no se hidroliza (solo se hidrata: $\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$).
- Por su parte el anión HCOO^- será la base conjugada de un ácido débil (HCOOH) y tendrá un carácter básico fuerte por lo que se hidroliza: $\text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCOOH} + \text{OH}^-$ **por lo que la disolución tendrá carácter básico.**

b)
$$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{K}^+ + \text{CO}_3^{2-}.$$

- El catión K^+ es el ácido conjugado de una base fuerte (KOH) y tendrá un carácter débil por lo que no se hidroliza (solo se hidrata: $\text{K}^+ + \text{H}_2\text{O}$).
- Por su parte el anión CO_3^{2-} será la base conjugada de un ácido débil (H_2CO_3) y tendrá un carácter básico fuerte por lo que se hidroliza: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ **por lo que la disolución tendrá carácter básico.**

07.- Ácidos y bases. Actividades

14. Escriba las reacciones de hidrólisis de las siguientes sales e indique si el pH resultante será ácido, básico o neutro:

- a) NaNO_2 (El ácido nitroso tiene una $K_a = 7,1 \cdot 10^{-4}$)
- b) NaNO_3
- c) NH_4ClO_4

a)



- El catión Na^+ es el ácido conjugado de una base fuerte (NaOH) y tendrá un carácter débil por lo que no se hidroliza (solo se hidrata: $\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$).
- Por su parte el anión NO_2^- será la base conjugada de un ácido débil (HNO_2) y tendrá un carácter básico fuerte por lo que se hidroliza: $\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{OH}^-$ **por lo que la disolución tendrá carácter básico.**

b)



- El catión no se hidroliza por ser ácido débil conjugado de una base fuerte. (solo se hidrata: $\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$).
- El anión no se hidroliza por ser base conjugada débil de un ácido fuerte. ($\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$).
- **Por tanto el pH de la disolución será 7.**

c)



- El anión ClO_4^- es la base conjugada de un ácido fuerte (HClO_4) y tendrá un carácter débil por lo que no se hidroliza (solo se hidrata).
- Por su parte el catión NH_4^+ es el ácido conjugado de una base débil (NH_3) y tendrá un carácter ácido fuerte por lo que se hidroliza: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$, **por lo que la disolución tendrá carácter ácido.**

07.- Ácidos y bases. Actividades

15. a) Escriba el equilibrio de hidrólisis del ion amonio (NH_4^+), identificando en el mismo las especies que actúan como ácidos o bases de Brønsted–Lowry.

b) Razone como varía la concentración de ion amonio al añadir una disolución de hidróxido de sodio.

c) Razone como varía la concentración de iones amonio al disminuir el pH.

a)



b) Como el NaOH es una base fuerte, al añadirlo estaremos añadiendo OH^- al medio, que reaccionarán con los H_3O^+ , por lo que el equilibrio se desplaza hacia la derecha (de acuerdo con el principio de Le Chatelier) y **la concentración de NH_4^+ disminuye.**

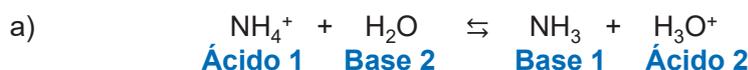
También se puede razonar: $\text{NH}_4^+ + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{Na}^+$. Al añadir NaOH , la concentración de ion amonio disminuye debido a la formación de amoníaco.

c) Al disminuir el pH, la concentración de H_3O^+ se hace mayor, por lo que el equilibrio se desplaza hacia la izquierda (de acuerdo con el principio de Le Chatelier) y **la concentración de NH_4^+ aumenta.**

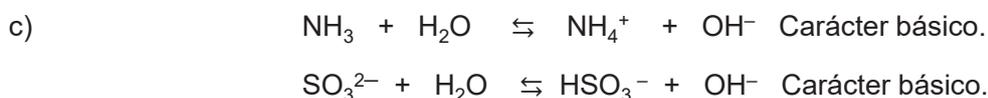
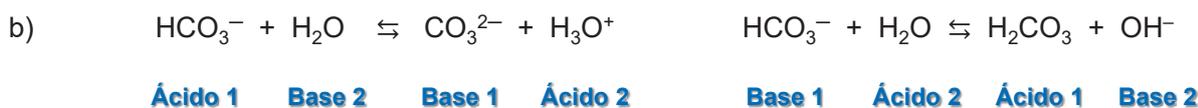
07.- Ácidos y bases. Actividades

16. Justifique, mediante las reacciones correspondientes:

- Qué le ocurre al equilibrio de hidrólisis que experimenta el NH_4Cl en disolución acuosa, cuando se añade NH_3 .
- El comportamiento anfótero del HCO_3^- en disolución acuosa.
- El carácter ácido o básico del NH_3 y del SO_3^{2-} en disolución acuosa.



- Al añadir NH_3 su concentración se hace mayor por lo que el equilibrio se desplaza hacia la izquierda (de acuerdo con el principio de Le Chatelier) y **la concentración de NH_4^+ aumenta.**

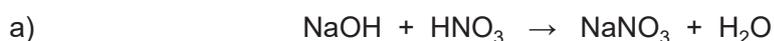


07.- Ácidos y bases. Actividades

17. a) ¿Qué volumen de disolución acuosa de NaOH 2 M es necesario para neutralizar 25 mL de una disolución 0,5 M de HNO_3 ?

b) Justifique cuál será el pH en el punto de equivalencia.

c) Describa el procedimiento experimental e indique el material y productos necesarios para llevar a cabo la valoración anterior.



- En 25 mL de disolución 0,5 M de HNO_3 hay:

$$0,025 \text{ L} \cdot \frac{0,5 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,0125 \text{ mol de HNO}_3$$

- Como 1 mol de HNO_3 reacciona con 1 mol de NaOH , los 0,0125 mol de HNO_3 reaccionarán con 0,0125 mol de NaOH que estarán contenidos en un volumen de

$$0,0125 \text{ mol NaOH} \cdot \frac{1 \text{ L}}{2 \text{ mol}} = 0,00625 \text{ L} = 6,25 \text{ mL}$$

b) Como se trata de un ácido fuerte y una base fuerte, **en el punto de equivalencia la neutralización será completa y el pH = 7.**

07.- Ácidos y bases. Actividades

17. a) ¿Qué volumen de disolución acuosa de NaOH 2 M es necesario para neutralizar 25 mL de una disolución 0,5 M de HNO₃?
- b) Justifique cuál será el pH en el punto de equivalencia.
- c) Describa el procedimiento experimental e indique el material y productos necesarios para llevar a cabo la valoración anterior.

• Material necesario para realizar la neutralización:

- Matraz (o un frasco) con NaOH 2 M,
- Matraz (o un frasco) con HNO₃ 0'5 M,
- Vaso de precipitados,
- Bureta de 25 mL,
- Pipeta de 10 mL,
- Embudo pequeño,
- Erlenmeyer de 250 mL,
- Indicador ácido-base (fenolftaleína, naranja de metilo o rojo de metilo).

• Procedimiento para realizar la valoración:

- Se llena con cuidado la bureta con la disolución 0'1 M de NaOH (ayudarse de un embudo pequeño es conveniente) hasta unos 2 ó 3 cm por encima del enrase de la bureta.
- Se abre la llave de la bureta dejando caer lentamente gota a gota la disolución sobre un vaso de precipitados hasta que el menisco por su parte inferior de volumen del líquido coincida con la señal del enrase de la bureta (evitar errores de apreciación, paralelaje, y medidas incorrectas deben ponerse los ojos a la altura del menisco).
- Se coloca el erlenmeyer, que contiene 10 mL de HCl más unas gotas del indicador (por ejemplo, fenolftaleína), debajo de la bureta y se añade lentamente la base por medio de la bureta, que se debe manejar con una mano a la vez que se le imprime un suave movimiento de rotación al Erlenmeyer, que debe hacerse con la otra mano, para homogeneizar la disolución hasta observar un ligero cambio de coloración (la disolución ha de cambiar de incolora a ligeramente rosada).
- Cuando estemos cerca del punto de neutralización debe añadirse con sumo cuidado el valorante al erlenmeyer, para no pasarnos del punto final y que el error de valoración sea el mínimo posible.

07.- Ácidos y bases. Actividades

18. Una disolución acuosa A contiene 3,65 g de HCl en un litro de disolución. Otra disolución acuosa B contiene 20 g de NaOH en un litro de disolución. Calcule:

- a) El pH de cada una de las disoluciones.
- b) El pH final después de mezclar 50 mL de la disolución A con 50 mL de la disolución B. Suponga que los volúmenes son aditivos. Masas atómicas: Cl = 35'5; Na = 23; O = 16; H = 1.

a) **Disolución A:**



$$\frac{3,65 \text{ g}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{36,5 \text{ g}} = 0,1 \text{ M} \rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0,1 = 1$$

Disolución B:



$$\frac{20 \text{ g}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{40 \text{ g}} = 0,5 \text{ M} \rightarrow \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log 0,5 = 0,3 \rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 0,3 = 13,7$$

b)



$$50 \text{ mL HCl} \cdot \frac{0,1 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol HCl}; \quad 50 \text{ mL NaOH} \cdot \frac{0,5 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol NaOH}$$

- 1 mol de HCl se neutraliza con 1 mol de NaOH. Los $5 \cdot 10^{-3}$ mol de HCl se neutralizarán con $5 \cdot 10^{-3}$ mol de NaOH, por lo que quedarán sin neutralizar: $2,5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-3}$ mol = 0,02 mol de NaOH, que estarán contenidos en un volumen de 100 mL (0,1 l), por lo que:

$$[\text{OH}^-] = \frac{0,02 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 0,2 \text{ M} \rightarrow \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log 0,2 = 0,7$$
$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 0,7 = 13,3$$

07.- Ácidos y bases. Actividades

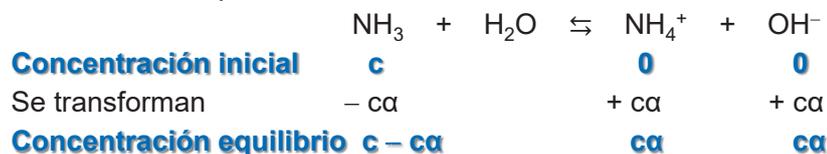
19. Se preparan 100 mL de una disolución acuosa de amoníaco 0,2 M.

a) Calcule el grado de disociación del amoníaco y el pH de la disolución.

b) Si a 50 mL de la disolución anterior se le añaden 50 mL de agua, calcule el grado de disociación del amoníaco y el valor del pH de la disolución resultante.

Suponga que los volúmenes son aditivos. Dato: $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

a) Considerando ahora el equilibrio de disociación del amoníaco, siendo α el grado de disociación:



• Sustituyendo las concentraciones en la expresión de la constante de equilibrio:

$$k_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{(c\alpha) \cdot (c\alpha)}{c(1-\alpha)} = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha} = \frac{0,2 \cdot \alpha^2}{1-\alpha} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

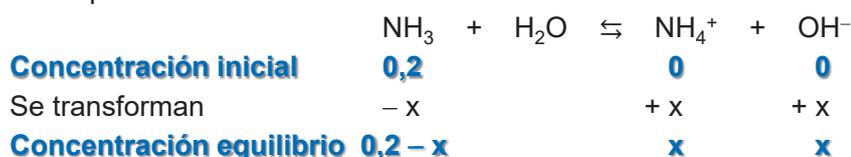
• Si se considera que la disociación es pequeña puede despreciarse α frente a 1, es decir, $1 - \alpha \approx 1$. (En general podemos decir que si el error al calcular α es inferior al 5% puede hacerse esa simplificación). En nuestro caso queda:

$$0,2 \cdot \alpha^2 = 1,8 \cdot 10^{-5} \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{0,2}} = 9,5 \cdot 10^{-3}$$

07.- Ácidos y bases. Actividades

19. Se preparan 100 mL de una disolución acuosa de amoníaco 0,2 M...

a) También se puede calcular el grado de disociación considerando las concentraciones de las distintas especies:



• Sustituyendo las concentraciones en la expresión de la constante de equilibrio:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{x^2}{0,2 - x} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

• Resolviendo la ecuación de 2º grado, se tiene $x = 1,9 \cdot 10^{-3}$ M. **El grado de disociación será:**

$$\alpha = \frac{[\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]_{\text{inicial}}} = \frac{1,9 \cdot 10^{-3}}{0,2} = 0,0095$$

Como $[\text{OH}^-] = c \cdot \alpha \rightarrow [\text{OH}^-] = 0,2 \cdot 9,5 \cdot 10^{-3} = 1,9 \cdot 10^{-3}$

$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 1,9 \cdot 10^{-3} = 2,72$.

Como $\text{pH} + \text{pOH} = 14 \rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,72 = 11,28$.

07.- Ácidos y bases. Actividades

19. Se preparan 100 mL de una disolución acuosa de amoníaco 0,2 M...

b) En 50 mL de NH_3 0,2 M hay:

$$0,05 \text{ L} \cdot \frac{0,2 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,01 \text{ mol}$$

que al añadirle 50 mL de agua (supuestos volúmenes aditivos) estarán contenidos en 100 mL por lo que la concentración del amoníaco será ahora:

$$\frac{0,01 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 0,1 \text{ M}$$

• Siguiendo un razonamiento similar al anterior:

$$0,1 \cdot \alpha^2 = 1,8 \cdot 10^{-5} \rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{0,1}} = 1,34 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{Como } [\text{OH}^-] = c \cdot \alpha \rightarrow [\text{OH}^-] = 0,1 \cdot 1,34 \cdot 10^{-2} = 1,34 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 1,34 \cdot 10^{-3} = 2,87.$$

$$\text{Como } \text{pH} + \text{pOH} = 14 \rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,87 = 11,12.$$

07.- Ácidos y bases. Actividades

20. Se mezclan 200 g de hidróxido de sodio y 1000 g de agua resultando una disolución de densidad 1,2 g/mL. Calcule:

a) La molaridad de la disolución y la concentración de la misma en tanto por ciento en masa.

b) El volumen de disolución acuosa de ácido sulfúrico 2 M que se necesita para neutralizar 20 mL de la disolución anterior. Masas atómicas: Na = 23; O = 16; H = 1.

$$\text{a)} \quad 200 \text{ g NaOH} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{40 \text{ g}} = 5 \text{ mol NaOH};$$

$$1200 \text{ g disoluc.} \cdot \frac{1 \text{ mL disoluc.}}{1,2 \text{ g}} = 1000 \text{ mL (1 L) disoluc.}$$

$$\frac{5 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 5 \text{ M} \quad \frac{200 \text{ g NaOH}}{1200 \text{ g disoluc.}} \cdot 100 = 16,7 \%$$



$$0,020 \text{ L NaOH} \cdot \frac{5 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,1 \text{ mol NaOH} \rightarrow 0,1 \text{ mol NaOH} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol NaOH}} = 0,05 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

$$0,05 \text{ mol SO}_4 \cdot \frac{1 \text{ L}}{2 \text{ mol}} = 0,025 \text{ L (25 mL)}$$

07.- Ácidos y bases. Actividades

21. Se ha preparado una disolución en un matraz aforado de 500 mL introduciendo 5 mL de HCl 11,6 M; 250 mL de HCl 1,5 M y la cantidad suficiente de agua hasta enrasar el matraz. Calcule:
a) La concentración de la disolución resultante y su pH.
b) El volumen necesario de dicha disolución para neutralizar 50 mL de una disolución de NaOH cuyo pH inicial es de 13,26.

a) Los moles de cada una de las disoluciones y el número total de moles de HCl son:

$$5 \cdot 10^{-3} L \cdot 11,6 \frac{\text{mol}}{L} = 0,058 \text{ mol HCl} \quad 0,25 L \cdot 1,5 \frac{\text{mol}}{L} = 0,375 \text{ mol HCl}$$

$$n_{\text{total}} = 0,433 \text{ mol HCl}$$

• Que estarán contenidos en 500 mL por lo que la concentración de la disolución resultante y el pH serán:

$$\frac{0,433 \text{ mol}}{0,5 L} = 0,866 M \rightarrow \text{pH} = -\log[H_3O^+] = -\log 0,866 = 0,06$$

b) Si el pH de la disolución de NaOH es 13,26 su pOH = 14 – 13,26 = 0,74 y $[OH^-] = 10^{-0,74} = 0,18 M$



$$\begin{aligned} 0,050 L \text{ NaOH} \cdot \frac{0,18 \text{ mol}}{1 L} &= 0,009 \text{ mol NaOH} \rightarrow 0,1 \text{ mol NaOH} \cdot \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol NaOH}} \\ &= 0,009 \text{ mol HCl} \rightarrow 0,009 \text{ mol HCl} \cdot \frac{1 L}{0,866 \text{ mol}} = 0,010 L \end{aligned}$$

07.- Ácidos y bases. Actividades

22. Se dispone de ácido perclórico (ácido fuerte) del 65% de riqueza en peso y de densidad 1'6 g·mL⁻¹. Determine:

a) El volumen al que hay que diluir 1,5 mL de dicho ácido para que el pH resultante sea igual a 1,0.
b) El volumen de hidróxido de potasio (base fuerte) 0,2 M que deberá añadirse para neutralizar 50 mL de la disolución anterior, de pH 1,0. Datos: Masas atómicas: 1; Cl 35,5; O 16.



$$\frac{1600 \text{ g disoluc.}}{1 L \text{ disoluc.}} \cdot \frac{65 \text{ g ácido}}{100 \text{ g disoluc.}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{100,5 \text{ g}} = 10,3 M.$$

$$\text{En } 1,5 \text{ mL de disolución hay: } 1,5 \text{ mL} \cdot \frac{10,3 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} = 0,016 \text{ mol de HClO}_4.$$

$$\text{Si } \text{pH} = 1 \Rightarrow [H_3O^+] = 0,1 M \rightarrow 0,016 \text{ mol} \cdot \frac{1000 \text{ mL}}{0,1 \text{ mol}} = 160 \text{ mL}.$$



$$50 \text{ mL} \cdot \frac{0,1 \text{ mol HClO}_4}{1000 \text{ mL}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol de HClO}_4$$

$$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol de HClO}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol de HClO}_4} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol de NaOH}$$

$$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol de NaOH} \cdot \frac{1000 \text{ mL}}{0,2 \text{ mol}} = 25 \text{ mL de NaOH (0,2 M)}$$

07.- Ácidos y bases. Actividades

23. Una disolución comercial de ácido clorhídrico tiene una riqueza en peso del 32% y una densidad de 1,148 g/cm³. Calcule: a) El volumen de esa disolución que debemos tomar para preparar 300 mL de disolución 0,3 M de HCl; b) El volumen de disolución de Ba(OH)₂ 0,4 M necesario para neutralizar 100 mL de la disolución 0,3 M de HCl. H = 1; Cl = 35,5.

a) La concentración de la disolución comercial será:

$$\frac{1148 \text{ g disoluc.}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{32 \text{ g HCl}}{100 \text{ g disoluc.}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{36,5 \text{ g}} = 10 \text{ M}$$

• Para preparar los 300 mL de la disolución diluida necesitamos:

$$0,3 \text{ L} \cdot \frac{0,3 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L}} = 0,09 \text{ mol de HCl}$$

• Que estarán contenidos en un volumen de disolución comercial (10 M) de:

$$0,09 \text{ mol} \cdot \frac{1 \text{ L}}{10 \text{ mol}} = 0,009 \text{ L, es decir, 9 mL}$$

b) La reacción de neutralización es:



2 mol de HCl se neutralizan con 1 mol de Ba(OH)₂.

• En los 100 mL de HCl 0,3 M hay:

$$0,1 \text{ L} \cdot \frac{0,3 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L}} = 0,03 \text{ mol HCl}$$

• De acuerdo con lo dicho 0,03 mol de HCl necesitarán para su neutralización:

$$0,03 \text{ mol HCl} \cdot \frac{1 \text{ mol Ba(OH)}_2}{2 \text{ mol HCl}} = 0,015 \text{ mol Ba(OH)}_2$$

• Que estarán contenidos en un volumen de:

$$0,015 \text{ mol Ba(OH)}_2 \cdot \frac{1 \text{ L}}{0,4 \text{ mol}} = 0,0375 \text{ L}$$

07.- Ácidos y bases. Actividades

24. A 0,5 mL de una disolución acuosa de ácido clorhídrico del 35 % en peso y densidad 1,2 g/mL se le añade agua destilada hasta tener 10 L de disolución diluida. Calcule:

a) El pH de la disolución diluida

b) El volumen de una disolución acuosa 1 M de NaOH que habrá de emplearse para neutralizar 250 mL de la disolución diluida de HCl

Datos: Masas atómicas: Cl=35,5; H=1

a) Los moles de HCl contenidos en los 0,5 L de disolución son:

$$0,5 \text{ L} \cdot \frac{1200 \text{ g disoluc.}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{35 \text{ g HCl}}{100 \text{ g disoluc.}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{36,5 \text{ g}} = 5,7 \text{ mol HCl}$$

• Que estarán contenidos en 0,5 L por lo que la concentración de la disolución resultante y el pH serán:

$$\frac{5,7 \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 0,57 \text{ M} \rightarrow \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0,57 = 0,24$$

b)



$$0,250 \text{ L HCl} \cdot \frac{0,57 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,1425 \text{ mol HCl} \rightarrow$$

$$0,1425 \text{ mol HCl} \cdot \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol HCl}} = 0,1425 \text{ mol NaOH} \rightarrow 0,1425 \text{ mol HCl} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1 \text{ mol}} = 0,1425 \text{ L}$$

07.- Ácidos y bases. Actividades

25. Se dispone de una disolución acuosa de ácido acético (CH_3COOH) de $\text{pH} = 3$. a) Calcule la concentración del ácido acético en la citada disolución. b) ¿Cuántos mililitros de ácido clorhídrico $0,1\text{M}$ habría que tomar para preparar 100 mL de una disolución con el mismo pH que la disolución anterior de ácido acético? Datos: K_a del ácido acético $= 1,8 \cdot 10^{-5}$.



- Si $\text{pH} = 3 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 10^{-3}\text{ M}$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{(10^{-3})^2}{([\text{CH}_3\text{COOH}] - 10^{-3})}$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} \cdot ([\text{CH}_3\text{COOH}] - 10^{-3}) = 10^{-6} \rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot [\text{CH}_3\text{COOH}] = 10^{-6} + 1,8 \cdot 10^{-8} \rightarrow [\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,055\text{ M}$$



- Si $\text{pH} = 3 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3}\text{ M}$. En 100 mL de $\text{HCl } 10^{-3}\text{ M}$ hay:

$$100\text{ mL} \cdot \frac{10^{-3}\text{ mol}}{1000\text{ mL}} = 1 \cdot 10^{-4}\text{ mol HCl}$$

- Que estarán contenidos en la disolución de $\text{HCl } 0,1\text{ M}$, en un volumen de :

$$1 \cdot 10^{-4}\text{ mol} \cdot \frac{1000\text{ mL}}{0,1\text{ mol}} = 1\text{ mL de HCl}$$

07.- Ácidos y bases. Actividades

26. Se disuelven 23 g de ácido metanoico, HCOOH , en agua hasta obtener 10 L de disolución. La concentración de iones H_3O^+ es $0,003\text{ M}$. Calcule:

- El pH de la disolución y el grado de disociación;
- La constante K_a del ácido.

Masas atómicas: $\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$; $\text{O} = 16$

- a) La concentración inicial del ácido metanoico será:

$$\frac{23\text{ g HCOOH} \cdot \frac{1\text{ mol}}{46\text{ g}}}{10\text{ L}} = 0,05\text{ M}$$



Concentración equilibrio $c(1 - \alpha)$ $c \cdot \alpha$ $c \cdot \alpha$

Como: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,003\text{ M}$ y $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0,003 = 2,52$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c \cdot \alpha \rightarrow \alpha = [\text{H}_3\text{O}^+]/c = 0,003/0,05 = 0,06$$

b)
$$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{HCOOH}]} = \frac{(0,003)^2}{(0,05 - 0,003)} = 1,91 \cdot 10^{-4}$$

07.- Ácidos y bases. Actividades

27. Una disolución acuosa 0,2 M de un ácido débil HA se disocia en un 12 %.

Calcule:

- La constante de disociación del ácido.
- El pH de la disolución y la concentración de OH^- de la disolución.

a) Considerando el equilibrio de disociación del ácido débil:

	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Concentración inicial	0,2	0	0
Cambio concentración	- x	+ x	+ x
Concentración equilibrio	0,2 - x	+ x	+ x
En función de $\alpha=x/c$	0,2 - 0,2α	0,2α	0,2α (siendo $\alpha = 0,12$)

$$K_a = \frac{[\text{A}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{HA}]} = \frac{(0,2 \cdot 0,12)^2}{(0,2 - 0,2 \cdot 0,12)} = 3,3 \cdot 10^{-3}$$

- $[\text{H}_3\text{O}^+] = c \cdot \alpha = 0,2 \cdot 0,12 = 0,024 \rightarrow \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0,024 = 1,62$
 $\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 1,62 = 12,38 \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-12,38} = 4,2 \cdot 10^{-13} \text{ M}$

07.- Ácidos y bases. Actividades

28. Cuando se disuelven en agua 2,5 g de un ácido monoprótico, HA, de masa molecular 52,5, hasta alcanzar un volumen de 250 mL, el pH de la disolución es igual a 4. Calcule: a) la constante de ionización del ácido; b) El grado de disociación del mismo.

a) La concentración inicial del ácido es:

$$[\text{HA}] = \frac{2,5 \text{ g}}{0,25 \text{ L}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{52,5 \text{ g}} = 0,19 \text{ M}$$

a) La disociación del ácido se produce:

	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Concentración inicial	0,19	0	0
Cambio concentración	- x	+ x	+ x
Concentración equilibrio	0,19 - x	+ x	+ x

- Puesto que el $\text{pH} = 4$ querrá decir que $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4} \text{ M}$ y como $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{A}^-] = x = 10^{-4} \text{ M}$ y la concentración de ácido en el equilibrio será: $[\text{HA}] = 0,19 - [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,19 - 10^{-4} \approx 0,19 \text{ M}$
- Sustituyendo los valores de las concentraciones en el equilibrio en la expresión de la constante de equilibrio:

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{x^2}{c - x} = \frac{(10^{-4})^2}{0,19} = 5,26 \cdot 10^{-8}$$

- $[\text{H}_3\text{O}^+] = c \cdot \alpha \rightarrow \alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c} = \frac{10^{-4}}{0,19} = 0,0005$

07.- Ácidos y bases. Actividades

29. Se tiene una disolución de amoníaco de concentración 0,17 g/L, y cuyo grado de disociación es 0,043. Calcule:

a) La constante de ionización del amoníaco a esa temperatura.

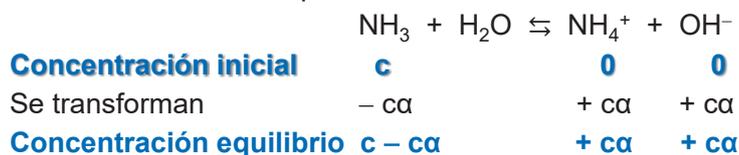
b) El pH de la disolución.

Masas atómicas: N = 14; H = 1.

a) La concentración inicial del amoníaco es:

$$0,17 \frac{g}{L} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{17 g} = 0,01 M$$

a) La disociación del amoníaco se produce:



• Sustituyendo las concentraciones en la expresión de la constante de equilibrio:

$$K_b = \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_3]} = \frac{(c\alpha)(c\alpha)}{c(1-\alpha)} = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha} = \frac{0,01(0,043)^2}{1-0,043} = 1,9 \cdot 10^{-5}$$

b)

Como $[OH^-] = c \cdot \alpha \rightarrow [OH^-] = 0,01 \cdot 0,043 = 4,3 \cdot 10^{-4} \rightarrow pOH = -\log [OH^-] = -\log 4,3 \cdot 10^{-4} = 3,37$.

Como $pH + pOH = 14 \rightarrow pH = 14 - pOH = 14 - 3,37 = 10,63$.

07.- Ácidos y bases. Actividades

30. Una disolución acuosa 0,3 M de HClO tiene un pH = 3,98. Calcule.

a) La concentración molar de especies ClO⁻ en disolución y el grado de disociación del ácido.

b) El valor de la constante K_a del HClO y el valor de la constante K_b de su base conjugada.

a)



• Puesto que el pH = 3,98 querrá decir que $[H_3O^+] = 10^{-3,98} = 1,05 \cdot 10^{-5} M$ y como $[H_3O^+] = [ClO^-] = 1,05 \cdot 10^{-5} M$

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{[HClO]_{in}} = \frac{1,05 \cdot 10^{-5}}{0,3} = 0,00035$$

b)

$$K_a = \frac{[ClO^-][H_3O^+]}{[HClO]} = \frac{[H_3O^+]^2}{[HClO] - [H_3O^+]} = \frac{(1,05 \cdot 10^{-5})^2}{0,3 - 1,05 \cdot 10^{-5}} = 3,67 \cdot 10^{-8}$$

$$K_a \cdot K_b = K_W \rightarrow K_b = \frac{K_W}{K_a} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{3,67 \cdot 10^{-8}} = 2,72 \cdot 10^{-7}$$

07.- Ácidos y bases. Actividades

31. El ácido acetilsalicílico ($C_9H_8O_4$) es un ácido débil monoprótico cuya constante de acidez es $3 \cdot 10^{-5}$. Calcule:

- Los gramos de dicho ácido que hay que utilizar para preparar 700 mL de disolución de pH 4,0
- El grado de disociación del ácido acetilsalicílico en dicha disolución.

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



a) Si $pH = 4 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-4} M$

$$K_a = \frac{[C_9H_7O_4^-] \cdot [H_3O^+]}{[C_9H_8O_4]_{eq}} = \frac{[H_3O^+]^2}{[C_9H_8O_4]_{in} - [H_3O^+]} \cong \frac{(1 \cdot 10^{-4})^2}{[C_9H_8O_4]_{in} - 1 \cdot 10^{-4}} = 3 \cdot 10^{-5}$$

$$\rightarrow [C_9H_8O_4]_{in}$$

$$= 4,3 \cdot 10^{-4} M \rightarrow 0,7 L \cdot 4,3 \cdot 10^{-4} \frac{mol}{L} \cdot 620 \frac{g}{mol} = 0,188 g$$

b)

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{[C_9H_8O_4]_{in}} = \frac{1 \cdot 10^{-4}}{4,3 \cdot 10^{-4}} = 0,23$$

07.- Ácidos y bases. Actividades

32. Se preparan 300 mL de una disolución de ácido fluorhídrico cuyo pH es 2,8. Determine:

- El grado de disociación del ácido en dicha disolución
- La masa de ácido fluorhídrico que fue necesaria para preparar la disolución

Datos: $K_a (HF) = 7,2 \cdot 10^{-4}$. Masas atómicas: F=19; H=1



Si $pH = 2,8 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-2,8} = 1,6 \cdot 10^{-3} M$

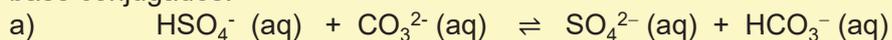
$$K_a = \frac{[F^-] \cdot [H_3O^+]}{[HF]_{eq}} = \frac{[H_3O^+]^2}{[HF]_{in} - [H_3O^+]} = \frac{(1,6 \cdot 10^{-3})^2}{[HF]_{in} - 1,6 \cdot 10^{-3}} =$$

$$7,2 \cdot 10^{-4} \rightarrow [HF]_{in} = 5 \cdot 10^{-3} M$$

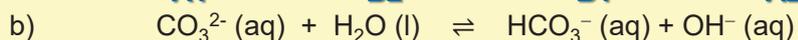
$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{[HF]_{in}} = \frac{1,6 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}} = 0,31$$

b) $0,3 L \cdot 5 \cdot 10^{-3} \frac{mol}{L} \cdot 20 \frac{g}{mol} = 0,03 g$ de HF

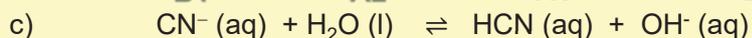
33. Complete las siguientes reacciones ácido-base e identifique los correspondientes pares ácido-base conjugados:



A1 **B2** **B1** **A2**



B1 **A2** **A1** **B2**



B1 **A2** **A1** **B2**

34. Justifique el valor del pH de una disolución 0,01 M de:

- a) Hidróxido de sodio.
- b) Ácido sulfúrico.
- c) Nitrato de sodio.

a) $[\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ M} \rightarrow \text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 10^{-2} = 2 \rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2 = 12$

b) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \cdot 10^{-2} \text{ M} \rightarrow \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 2 \cdot 10^{-2} = 1,7$

c) Como se trata de una sal de ácido fuerte y base fuerte su $\text{pH} = 7$.

35. El ácido metanoico, HCOOH, es un ácido débil.

- Escriba su equilibrio de disociación acuosa
- Escriba la expresión de su constante de acidez K_a
- ¿Podría una disolución acuosa de ácido metanoico tener un pH de 8? Justifique la respuesta.

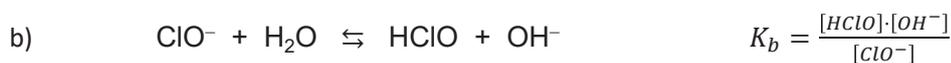
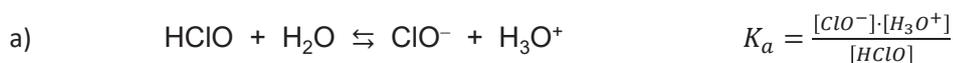


$$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]_{eq}}$$

- c) No porque sería básico y un ácido tiene un pH < 7.

36. La constante de acidez del ácido hipocloroso (HClO) es $K_a = 3,0 \cdot 10^{-8}$

- Escriba la reacción química del agua con el ácido hipocloroso (HClO) y la expresión de su constante de acidez
- Escriba la reacción química del agua con la base conjugada del ácido HClO y la expresión de su constante de basicidad
- Calcule la constante de basicidad de la base anterior.



c)
$$K_a \cdot K_b = K_w \rightarrow K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{3,0 \cdot 10^{-8}} = 3,3 \cdot 10^{-7}$$

37. a) Calcule los gramos de ácido cloroso, HClO_2 ($K_a = 0,011$), que se necesitan para preparar 100 mL de disolución de $\text{pH} = 2$.

b) Calcule el grado de disociación del ácido cloroso en dicha disolución.

Datos: Masas atómicas: $\text{H} = 1$; $\text{Cl} = 35,5$; $\text{O} = 16$

a)



• Si $\text{pH} = 2 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M}$

$$K_a = \frac{[\text{ClO}_2^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HClO}_2]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{HClO}_2]_0 - [\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{(10^{-2})^2}{[\text{HClO}_2]_0 - 10^{-2}} = 0,011$$

$$[\text{HClO}_2]_0 = 0,0191 \text{ M}$$

$$0,1 \text{ L} \cdot \frac{0,0191 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{68,5 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 0,131 \text{ g}$$

b)

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HClO}_2]_0} = \frac{10^{-2}}{0,0191} = 0,52$$

07.- Ácidos y bases. Actividades

38. a) Calcule el pH de una disolución que contiene 2 g de hidróxido de sodio en 200 mL de la misma. Si se diluye la disolución anterior hasta 2 litros, ¿cuál sería el nuevo pH de la disolución?

b) Calcule el volumen de disolución de ácido nítrico 0,1M necesario para neutralizar 10 mL de la disolución inicial no diluida.

Masas atómicas: $\text{H} = 1$; $\text{O} = 16$; $\text{Na} = 23$.

$$\frac{2 \text{ g NaOH}}{0,2 \text{ L}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{40 \text{ g}} = 0,25 \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}]^- = -\log 0,25 = 0,6 \rightarrow \text{pH} = 14 - 0,6 = 13,4$$

• Al diluir hasta 2 L, la nueva concentración es:

$$\frac{2 \text{ g NaOH}}{2 \text{ L}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{40 \text{ g}} = 0,025 \text{ M}$$

• Por lo que el nuevo pH será: $\text{pOH} = -\log[\text{OH}]^- = -\log 0,025 = 1,6 \rightarrow \text{pH} = 14 - 1,6 = 12,4$



• En 10 mL de NaOH 0,25 M hay: $0,01 \text{ L} \cdot \frac{0,25 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,0025 \text{ mol NaOH}$, que neutralizarán a 0,0025 mol de HNO_3 , por lo que el volumen de disolución 0,1 M de HNO_3 es:

$$0,0025 \text{ mol HNO}_3 \cdot \frac{1000 \text{ L}}{0,1 \text{ mol}} = 25 \text{ mL de disolución de HNO}_3$$

39. Se dispone de una disolución acuosa 0,8 M de NaOH. Calcule:

- a) La concentración y el pH de la disolución resultante de mezclar 20 mL de esta disolución con 80 mL de otra disolución 0,5 M de la misma sustancia suponiendo que los volúmenes son aditivos.
b) El volumen necesario de la disolución para neutralizar 100 mL de HNO₃ 0,25 M.

a)

$$0,02 \text{ L} \cdot \frac{0,8 \text{ mol}}{1 \text{ L}} + 0,08 \text{ L} \cdot \frac{0,5 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,056 \text{ mol} \rightarrow [\text{NaOH}] = \frac{0,056 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 0,56 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = 0,56 \text{ M}$$

$$pOH = -\log[\text{OH}^-] = -\log 0,56 = 0,25 \rightarrow pH = 14 - pOH = 14 - 0,25 = 13,75$$

b) $\text{NaOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

$$0,1 \text{ L HNO}_3 \cdot \frac{0,25 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol HNO}_3} \cdot \frac{1000 \text{ mL}}{0,8 \text{ mol}} = 31,25 \text{ mL}$$

40. El HF en disolución 0'1 M se disocia en un 10%. Calcule:

- a) El pH de esta disolución.
b) El valor de la constante de disociación, K_b, de la base conjugada de ese ácido.

a)



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c \cdot \alpha = 0,1 \cdot 0,1 = 10^{-2} \text{ M} \rightarrow pH = -\log 10^{-2} = 2$$

b)

$$K_a = \frac{[\text{F}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HF}]} = \frac{10^{-2} \cdot 10^{-2}}{0,1 - 10^{-2}} = 1,11 \cdot 10^{-3}$$

$$K_a \cdot K_b = 10^{-14} \rightarrow K_b = \frac{10^{-14}}{1,11 \cdot 10^{-3}} = 9 \cdot 10^{-12}$$

41. Aplicando la teoría de Brønsted-Lowry, en disolución acuosa:

- Razone si las especies NH_4^+ y S^{2-} son ácidos o bases
- Justifique cuáles son las bases conjugadas de los ácidos HCN y $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$
- Sabiendo que a 25 °C, la K_a del $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ y del HCN tienen un valor de $6,4 \cdot 10^{-5}$ y $4,9 \cdot 10^{-10}$, respectivamente, ¿qué base conjugada será más fuerte? Justifique la respuesta.

42. Razone la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- A igual molaridad, cuanto menor es la K_a de un ácido menor será el pH de sus disoluciones.
- Al añadir agua a una disolución de un ácido fuerte su pH disminuye.
- En las disoluciones básicas el pOH es menor que el pH.

43. Explique mediante las reacciones correspondientes el pH que tendrán las disoluciones acuosas de las siguientes especies químicas.

- NaNO_3
- CH_3COONa
- NH_4Cl

07.- Ácidos y bases. Actividades

43. Justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas aplicadas a una disolución acuosa 1 M de un ácido débil monoprótico ($K_a = 10^{-5}$, a 25 °C):

- Su pOH será menor que 7.
- El grado de disociación aumenta si se diluye la disolución.
- El pH disminuye si se diluye la disolución.

a) **Falso.** Según el equilibrio de disociación del agua $\text{pH} + \text{pOH} = 14$, si pOH es menor que 7, el pH sería mayor que 7, es decir básico, lo que no es posible, ya que una disolución acuosa de un ácido debe tener pH ácido, es decir menor de 7.

b)	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
Concentración inicial	$c_0 \qquad 0 \qquad 0$
Cambio concentración	$-x \qquad +x \qquad +x$
Concentración equilibrio	$c_0 - x \qquad x \qquad x$
En función de $\alpha (=x/c)$	$c_0(1 - \alpha) \qquad c_0\alpha \qquad c_0\alpha$

$$K_a = \frac{[\text{A}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{(c_0\alpha)^2}{c_0(1 - \alpha)} = \frac{c_0\alpha^2}{(1 - \alpha)} \approx c_0\alpha^2 \rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c_0}}$$

• **Verdadero,** al diluir la disolución disminuye c_0 con lo que el grado de disociación (α) aumenta.

c) **Falso,** al diluir la disolución disminuye c_0 , como $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot c_0}$ disminuye $[\text{H}_3\text{O}^+]$, y como $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$, el pH aumenta.

45. a) El grado de disociación de una disolución 0,03 M de hidróxido de amonio (NH_4OH) es 0,024. Calcule la constante de disociación (K_b) del hidróxido de amonio y el pH de la disolución.
- b) Calcule el volumen de agua que hay que añadir a 100 mL de una disolución de NaOH 0,03 M para que su pH sea de 11,5.

45. 46. 250 mL de una disolución acuosa contiene 3 g de ácido acético (CH_3COOH). Calcule:

- a) La concentración molar y el pH de la disolución a 25 °C.
- b) El grado de disociación del ácido acético y el pH si se diluye la disolución anterior con agua hasta un volumen de 1 L.

Datos: $K_a=1,8 \cdot 10^{-5}$ a 25 °C. Masas atómicas: O=16; C=12; H=1

47. El ácido láctico ($\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$) tiene un valor de K_a de $1,38 \cdot 10^{-4}$, a 25 °C. Calcule:

- a) Los gramos de dicho ácido necesarios para preparar 500 mL de disolución de pH = 3.
- b) El grado de disociación del ácido láctico y las concentraciones de todas las especies en el equilibrio de la disolución.

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

48. El amoníaco comercial es un producto de limpieza que contiene un 28% en masa de amoníaco y una densidad de $0,90 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$. Calcule:

- a) El pH de la disolución de amoníaco comercial y las concentraciones de todas las especies en el equilibrio.
- b) El volumen de amoníaco comercial necesario para preparar 100 mL de una disolución acuosa cuyo pH sea 11,5.

Datos: $K_b=1,77 \cdot 10^{-5}$ a 25 °C. Masas atómicas: N=14; H=1

49. El ácido benzoico ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) se utiliza como conservante de alimentos ya que inhibe el desarrollo microbiano cuando el pH de la disolución empleada tenga un pH inferior a 5.

- a) Determine si una disolución acuosa de ácido benzoico de concentración $6,1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ se podría usar como conservante líquido.
- b) Calcule los gramos de ácido benzoico necesarios para preparar 5 L de disolución acuosa de pH=5.

Datos: $K_a = 6,4 \cdot 10^{-5}$, a 25°C. Masas atómicas: O = 16; C = 12; H = 1

50. 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) El pH de la disolución diluida
- b) ¿Qué volumen de una disolución que contiene $37 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ será necesario para neutralizar 20 mL de la disolución diluida de HCl?

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