

1. **2020_M_{A2}**. Para los ácidos cloroetanoico, benzoico y propanoico:
- Escriba la fórmula semidesarrollada de cada uno de los ácidos indicados
 - Justifique cuál de los tres es el ácido más fuerte.
 - Justifique si la disolución formada tras valorar cada uno de los ácidos con NaOH tiene pH ácido, básico o neutro.
 - Calcule el pH de una disolución 0,2 M de ácido benzoico.

Datos. K_a (ácido cloroetanoico) = $1,3 \cdot 10^{-3}$; K_a (ácido benzoico) = $6,3 \cdot 10^{-5}$; K_a (ácido propanoico) = $1,3 \cdot 10^{-5}$
Sol: b) ácido cloroetanoico; c) pH básico las tres disoluciones; d) pH=2,45

2. **2019_JL_{B5}**. Se preparan 250 mL de una disolución acuosa de ácido acético cuyo pH es 2,9. Calcule
- la concentración inicial del ácido acético.
 - el grado de disociación del ácido acético.
 - el volumen de ácido acético ($d=1,15 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$) que se ha necesitado para preparar 250 mL de la disolución inicial.
 - El nuevo valor del pH si a la disolución inicial se adicionan otros 250 mL de agua. Suponga volúmenes aditivos.
- Datos. Masas atómicas: H = 1; C = 12; O = 16; K_a (CH₃COOH) = $1,8 \cdot 10^{-5}$.

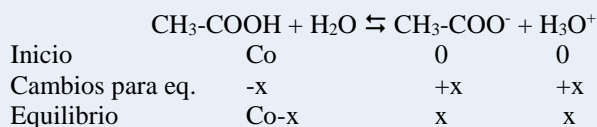
Sol: a) Co = 8,9 · 10⁻² M; b) α = 1,4 · 10⁻² = 1,4%; c) 1,16 cm³; d) pH=3,05

3. **2019_M_{A3}**. Se toman 2 mL de una disolución de ácido nítrico 0,1 M y se añade el agua necesaria para preparar 250 mL de una nueva disolución. Calcule:
- El pH de esta nueva disolución.
 - La concentración de una disolución de ácido etanoico que tiene el mismo pH que la disolución del apartado a).
 - El volumen de una disolución de hidróxido de sodio 0,2 M que se necesita para neutralizar 10 mL de la disolución de ácido nítrico 0,1 M.
- Datos: pK_a (ácido etanoico) = 4,74

SOLUCIÓN

- En 2 mL de disolución de HNO₃ 0,1 M hay: $0,002 \text{ L} \cdot (0,1 \text{ mol/L}) = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ y al añadir el agua los moles de HNO₃ siguen siendo $2 \cdot 10^{-4}$ y la nueva concentración será: $2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} / 0,25 \text{ L} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ M}$
 Como el ácido nítrico es un ácido fuerte la $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HNO}_3] = 8 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ y $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,1$

- El ácido etanoico es un ácido débil que en disolución acuosa está parcialmente disociado:



Si el pH es el mismo $x = 8 \cdot 10^{-4} \text{ M}$

$K_a = 10^{-pK_a} = 1,8 \cdot 10^{-5}$

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{-COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{-COOH}]} \Rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{\text{Co}-x} = \frac{(8 \cdot 10^{-4})^2}{\text{Co}-8 \cdot 10^{-4}}$$

Luego $\text{Co} = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ M}$

- El ácido nítrico es un ácido fuerte y el NaOH es una base fuerte.

En la neutralización hay el mismo número de moles de HNO₃ que de NaOH $\Rightarrow n \text{ HNO}_3 = n \text{ NaOH}$

$0,010 \text{ L} \cdot 0,1 \text{ mol/L} = V \text{ base} \cdot 0,2 \text{ mol/L} \Rightarrow V \text{ base} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 5 \text{ mL}$

4. **2019_J_{CA5}**. El pH de una disolución de ácido fluorhídrico $0,0025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ es 3.
- Calcule la constante de disociación del ácido.
 - Calcule el grado de disociación.
 - Razone cómo afecta al pH un aumento de la concentración de ácido fluorhídrico.
 - Escriba el equilibrio de ionización de la base conjugada del ácido fluorhídrico y halle su constante de disociación

Sol: a) $K_a = 6,67 \cdot 10^{-4}$; b) $\alpha = 0,4 = 40\%$; c) hacia la derecha; d) $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HF} + \text{OH}^-$ $K_b = 1,5 \cdot 10^{-11}$

5. **2019_J_{CB3}**. Se dispone de una disolución acuosa de amoníaco $0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. K_b (amoníaco) = $1,8 \cdot 10^{-5}$
- Escriba el equilibrio de disociación y calcule la concentración de las especies iónicas en el equilibrio.
 - Calcule el pH de la disolución.
 - La etilamina ($pK_b = 3,25$), como el amoníaco, es una base débil. Se prepara una disolución acuosa de cada una de ellas, de la misma concentración inicial. Justifique cuál de las dos disoluciones tendrá un pH más básico.
 - Razone cuál de estos indicadores es más adecuado para valorar un ácido fuerte con una base fuerte si el rango de pH es el que se indica: naranja de metilo (3,1 – 4,4); rojo de metilo (4,4–6,6); azul de bromotimol (6,1– 7,6).

Sol: a) $[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] = 3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ $[\text{NH}_3] = 0,497$; b) $\text{pH} = 11,48$; c) disolución de etilamina; d) azul de bromotimol

6. **2019_J_{A2}**. Justifique si el pH de las siguientes disoluciones es ácido, básico o neutro:
- cloruro de amonio 0,1 M.
 - acetato de sodio 0,1 M.
 - 50 mL de ácido clorhídrico 0,2 M + 200 mL de hidróxido de sodio 0,05 M.
 - Hidróxido de bario 0,1 M.

Datos: K_a (ácido acético) = $1,8 \cdot 10^{-5}$; K_b (amoníaco) = $1,8 \cdot 10^{-5}$

Sol: a) pH ácido; b) pH básico; c) pH=7 neutro; d) pH básico

7. 2019_JB5. Se quiere preparar 500 mL de disolución acuosa de amoníaco 0,1 M a partir de 1 L de amoníaco comercial de 25% de riqueza en masa con una densidad del 0,9 g·cm⁻³.

- Determine el volumen de amoníaco comercial necesario para preparar dicha disolución.
- Calcule el pH de la disolución de 500 mL de amoníaco 0,1 M inicial.
- Justifique con las reacciones adecuadas el pH resultante (ácido, básico o neutro) al añadir 250 mL de ácido clorhídrico 0,2 M a la disolución de 500 mL de amoníaco 0,1 M. Considere volúmenes aditivos.

Datos: Kb (amoníaco) = 1,8 · 10⁻⁵. Masas atómicas: H = 1; N = 14

Sol: a) 3,78 mL; b) pH = 11,13; c) ácido cloroetanoico; c) reacción de neutralización $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$, n HCl = n NH₃ pero hay hidrólisis $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$ por parte del ion amonio $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ y pH será ácido

8. 2018_JA2. Responda a las siguientes cuestiones:

- Escriba equilibrios de disociación en agua de HNO₂, NH₃ y HSO₄⁻ e indique si actúan como ácido o como base.
- Se dispone de una disolución de ácido acético 0,2 M y otra de igual concentración de ácido salicílico. Justifique cuál de las dos tiene menor pH.
- Calcule el pH de una disolución de amoníaco 0,45 M.

Datos: Ka: HNO₂ = 5,6 · 10⁻⁴; HSO₄⁻ = 1,0 · 10⁻²; Ka ácido acético = 1,8 · 10⁻⁵; Ka ácido salicílico = 1,1 · 10⁻³; Kb amoníaco = 1,8 · 10⁻⁵

Sol: b) ácido acético: pH=2,72; ácido salicílico pH=1,84; c) pH=11,45

9. 2018_JB4. Se dispone de H₂SO₄ comercial de 96,4% de riqueza en masa y densidad 1,84 g·mL⁻¹. Calcule:

- El volumen de ácido comercial que se necesita para preparar 200 mL de disolución 0,5 M.
- El pH de la disolución resultante de mezclar 25 mL de disolución 0,1 M de H₂SO₄ con 50 mL de disolución 0,5 M de NaOH. Suponga los volúmenes aditivos.

Datos. Masas atómicas: H = 1; O = 16; S = 32.

Sol: a) 5,52 cm³ de sulfúrico comercial; b) pH=13,43

10. 2018_JCB3. El pH de una disolución de concentración 0,5 M de un ácido débil HA es 3,0.

- Calcule el valor de la constante Ka del ácido.
- Calcule el grado de disociación de una disolución 0,1 M del mismo ácido.
- Calcule los moles de una base fuerte, BOH, necesarios para neutralizar 250 mL de una disolución 0,1 M de un ácido fuerte monoprótico

SOLUCIÓN

a) Equilibrio de disociación del ácido débil:	$\text{Ha} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	Como pH=3; $x = 10^{-3}\text{M}$
Inicial	0,5 0 0	
Cambios para equilibrio	- x + x + x	
Equilibrio	0,5-x x x	$K_a = \frac{[\text{A}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{(10^{-3})^2}{0,5 - 10^{-3}} \approx 2 \cdot 10^{-6}$

b) Sustituyendo en la expresión de Ka: $2 \cdot 10^{-6} = \frac{x^2}{0,1 - x}$ Al ser un ácido débil, $x \ll 0,1$
 $x = \sqrt{2 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1} \approx 3,16 \cdot 10^{-4}$
 grado de disociación es $x/c_0 = 3,16 \cdot 10^{-4} / 0,1 = 3,16 \cdot 10^{-3} = 3,16 \%$

c) En la neutralización coinciden el número de moles del ácido y de la base.
 $n_{\text{ácido}} = n_{\text{base}} = V_{\text{ácido}} \cdot M_{\text{ácido}} = 0,250 \text{ L} \cdot 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol BOH}$

11. 2018_JLA2. Razone si el pH que resulta al mezclar las disoluciones indicadas es ácido, básico o neutro.

- 50 mL de ácido acético 0,1 M + 50 mL de hidróxido de sodio 0,1 M.
- 50 mL de ácido clorhídrico 0,1 M + 100 mL de hidróxido de sodio 0,05 M.
- 50 mL de ácido clorhídrico 0,1 M + 50 mL de hidróxido de sodio 0,05 M.
- 50 mL de ácido clorhídrico 0,1 M + 50 mL de amoníaco 0,1 M.

Datos: pKa (ácido acético) = 5; pKb (amoníaco) = 5.

Sol: a) pH < 7 por hidrólisis Ac⁻; b) pH = 7; c) pH < 7; d) pH > 7 por hidrólisis NH₄⁺

12. 2018_JLB5. Se disuelven 0,675 gramos de ácido cianhídrico en agua hasta completar 500 mL de disolución.

- Determine su concentración molar.
- Calcule su pH.
- Calcule la concentración que debe tener una disolución de ácido clorhídrico para que tenga el mismo pH que la disolución de ácido cianhídrico.

Datos: pKa (ácido cianhídrico) = 9,2. Masas atómicas: H = 1; C = 12; N = 14

Sol: a) 0,05 M; b) pH=5,25; c) 5,6 · 10⁻⁶ M

13. 2018_M_{A5}. Se dispone de una disolución de ácido metanoico 0,5 M. Calcule:

- El pH de la disolución.
- El grado de disociación de la base BOH 0,3 M con un pOH igual que el pH de la disolución de ácido metanoico.
- El volumen de base BOH 0,3 M necesario para neutralizar una disolución de ácido metanoico obtenida al mezclar 50 mL de la disolución del enunciado con 150 mL de agua.

Dato. $K_a = 1,85 \cdot 10^{-5}$

Sol: a) $pH=2,52$; b) 1,0%; c) 83 mL de BOH

14. 2017_S_{CA2}. Dados los cuatro compuestos que se muestran en la tabla:

HCOOH	$pK_a = 3,74$
C ₆ H ₅ -COOH	$pK_a = 4,20$
CH ₃ -CH ₂ -COOH	$pK_a = 4,88$
C ₆ H ₅ -OH	$pK_a = 9,88$

- Ordene justificadamente los compuestos de menor a mayor carácter ácido
- Justifique numéricamente cuál es más débil como ácido que su base conjugada como base.

SOLUCIÓN

- El carácter ácido indica la tendencia a ceder protones y se mide a través de la constante de acidez asociada al equilibrio de disociación del ácido. Como $pK_a = -\log K_a$, a menor K_a mayor será el carácter ácido.
El orden creciente de carácter ácido sería: C₆H₅-OH < CH₃-CH₂-COOH < C₆H₅-COOH < HCOOH
- La constante de la base conjugada se obtiene a partir de la relación entre K_a y K_b : $K_b = K_w/K_a = 10^{-14}/K_a$
 $pK_b = 14 - pK_a$
HCOOH: $pK_a = 3,74$ $pK_b = 10,26$ C₆H₅-COOH: $pK_a = 4,20$ $pK_b = 9,80$
CH₃-CH₂-COOH: $pK_a = 4,88$ $pK_b = 9,12$ C₆H₅-OH: $pK_a = 9,88$ $pK_b = 4,12$
Será más débil como ácido que su base conjugada como base, el C₆H₅-OH, porque es el único caso en el que se cumple que $K_b < K_a$

15. 2017_S_{CB5}. Resuelva las siguientes cuestiones:

- ¿Qué masa de Ba(OH)₂ es necesaria para preparar 250 mL de una disolución 0,3 M?
- ¿Cuál es el volumen de HNO₃ del 70% de riqueza en masa y densidad 1,42 g·mL⁻¹ necesario para preparar 250 mL de una disolución 1,5 M?
- Calcule el volumen de la disolución de Ba(OH)₂ preparada en a) que habrá que añadir a 30 mL de la disolución 1,5 M de HNO₃ para neutralizarla. Formule la reacción de neutralización que tendrá lugar.
- Determine la concentración molar de la sal formada en la reacción de neutralización.

Datos. Masas atómicas: H = 1; N = 14; O = 16; Ba = 137

Sol: a) 12,8 g Ba(OH)₂; b) 23,8 mL ácido comercial; c) 75 mL; d) 0,21 M

16. 2017_S_{B3}. En un laboratorio se dispone de disoluciones acuosas de cianuro de sodio, ácido nítrico y cloruro de calcio. Todas ellas tienen la misma concentración. Indique razonadamente, de forma cualitativa:

- Cuál será la de mayor pH y cuál la de mayor pOH.
- Cuál o cuáles de ellas tendrán pOH = 7.
- Cuál o cuáles podrían tener pH = 4.
- Cuál o cuáles de ellas podrían tener pOH = 3.

Dato. pK_a : HCN = 9,3

Sol: a) NaCN, la más básica; b) CaCl₂; c) HNO₃; d) NaCN

17. 2017_J_{CB3}. Razone si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- El pH de la disolución resultante de neutralizar ácido nítrico con amoníaco es igual a 7.
- Para las bases A ($K_b = 1,1 \cdot 10^{-8}$) y B ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$), el ácido conjugado de B será más fuerte que el de A.
- El pH de una disolución de un ácido fuerte varía con la adición de agua.
- Si se añade 1 L de agua a 1 L de una disolución de HCl 0,2 M, el pH de la disolución resultante es 1.

Sol: a) Falso; hidrólisis del NH₄⁺; b) Falso; c) Verdadero, ya que varía la [H₃O⁺]; d) Verdadero

18. 2017_J_{A2}. Calcule el pOH de las siguientes disoluciones 0,20 M.

- CH₃COOH; $pK_a = 5$.
- Ca(OH)₂
- NH₃; $pK_b = 5$

Sol: a) $pOH=11$; b) $pOH=0,4$; c) $pOH=2,85$

19. 2017_J_{B4}. Se preparan 250 mL de una disolución de HCl a partir de 2 mL de un ácido clorhídrico comercial de 36,2% de riqueza en masa y densidad 1,18 g·mL⁻¹. Calcule:

- La concentración de la disolución preparada y su pH.
- El pH de la disolución resultante de mezclar 75 mL de la disolución final de HCl con 75 mL de una disolución de NaOH 0,1 M.
- El volumen de disolución de NaOH 0,1 M necesario para neutralizar 10 mL de la disolución preparada de HCl.

Datos. Masas atómicas: H = 1,0; Cl = 35,5

Sol: a) 0,0936 M, $pH=1,03$; b) $pH=11,5$; c) 9,36 mL de NaOH 0,1 M

20. 2016_SA4. El ácido benzoico tiene un $pK_a = 4,2$.

- Calcule la concentración que debe tener una disolución de este ácido para que el pH sea 2,3.
- Determine la masa de $Ba(OH)_2$ necesaria para neutralizar 25 mL de la disolución del apartado a).
- Justifique si la disolución resultante del apartado b) presenta pH ácido, básico o neutro.

Datos. Masas atómicas: H = 1,0; O = 16,0; Ba = 137,3

Sol: a) 0,42 M; b) 0,90 g $Ba(OH)_2$; c) la hidrólisis de $C_6H_5COO^-$ genera pH básico

21. 2016_JA5. Se tienen dos disoluciones acuosas (1) y (2) del mismo ácido monoprótico. La disolución (1) tiene un pH de 3,92 y un grado de disociación del 2%. La disolución (2) tiene una concentración 0,05 M. Calcule:

- La constante de disociación del ácido.
- El pH de la disolución (2).
- El pH de la disolución resultante de mezclar 10 mL de (1) y 10 mL de (2)

Sol: a) $K_a = 2,45 \cdot 10^{-6}$; b) $pH = 3,46$; c) $pH = 3,58$

22. 2016_JB2. Se tienen disoluciones de las siguientes sustancias HNO_3 , HNO_2 , CH_3NH_2 y $NaNO_3$, en distintas concentraciones. Conteste razonadamente:

- ¿Cuál o cuáles pueden tener $pOH = 5$?
- ¿Cuál o cuáles pueden presentar una concentración de $H_3O^+ 10^{-4} M$?
- ¿Con cuál de ellas se puede mezclar la disolución de CH_3NH_2 para que la disolución resultante sea siempre básica, independientemente de la proporción en la que se mezclen?
- ¿Pueden prepararse disoluciones independientes de HNO_3 y HNO_2 que tengan el mismo pH?

Datos. $K_a (HNO_2) = 4,5 \cdot 10^{-4}$; $K_b (CH_3NH_2) = 3,7 \cdot 10^{-4}$

Sol: a) solo CH_3NH_2 ; b) cualquiera de los ácidos HNO_2 , HNO_3 ; c) con disoluciones de los ácidos; d) Si, variando el volumen

23. 2016_MA3. Un vinagre que contiene un 5 % en masa de ácido acético tiene un pH de 2,4. Calcule:

- La concentración molar inicial de la disolución del ácido.
- La densidad del vinagre. Datos. $K_a (CH_3COOH) = 1,8 \times 10^{-5}$. Masas atómicas: H = 1, C = 12, O = 16.

Sol: a) 0,89 M; b) 1,07 g/mL

24. 2016_MB4. El color de las flores de la hortensia (hydrangea) depende, entre otros factores, del pH del suelo en el que están, de forma que para pH entre 4,5 y 6,5 las flores son azules o rosas, mientras que a pH superior a 8 las flores son blancas. Dadas estas disoluciones acuosas: $Ca(NO_3)_2$, $(NH_4)_2SO_4$, $NaClO$ y NH_3 , indique razonadamente:

- ¿Qué disolución/es añadiría al suelo si quisiera obtener hortensias de color blanco?
- ¿De qué color serán las hortensias si añadiese al suelo una disolución de $(NH_4)_2SO_4$?

Datos. $K_a (HClO) = 3,1 \cdot 10^{-8}$; $K_b (NH_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

SOLUCIÓN

- El color blanco de las hortensias está asociado a pH superior a 8, un pH básico, por lo que hay que añadir una disolución que produzca un pH básico, y entre las opciones del enunciado estarían:
 NH_3 , que es una base
 $NaClO$, que es una sal de base fuerte y ácido débil y cuya hidrólisis produce un $pH > 7$, ya que se disocia en aniones ClO^- que es una base fuerte al ser la base conjugada de un ácido débil
- Al añadir $(NH_4)_2SO_4$, se disocia en catión amonio NH_4^+ que es el ácido conjugado de una base débil y producirá hidrólisis, y en aniones SO_4^{2-} que no producen hidrólisis al ser la base conjugada de un ácido fuerte. Por lo tanto el pH será ácido, $pH < 7$, y si su valor está entre 4,5 y 6,5 el color será azul o rosa.

25. 2015_SA4. Un ácido monoprótico presenta una constante de acidez $K_a = 2,5 \times 10^{-5}$.

- Calcule la concentración inicial de este ácido necesaria para obtener una disolución con $pH = pK_a - 2$.
- Calcule la masa de KOH necesaria para neutralizar 100 mL de la disolución del ácido del apartado a).
- Razone si el pH resultante de la neutralización del apartado b) es ácido, básico o neutro.

Datos. Masas atómicas: H = 1,0; O = 16,0; K = 39,1.

Sol: a) 0,25 M; b) 1,42 g de KOH ; c) pH básico

26. 2015_SB2. En tres matraces sin etiquetar se dispone de disoluciones de la misma concentración de cloruro de sodio, hidróxido de sodio y acetato de sodio.

- Razone cómo podría identificar cada una de las disoluciones midiendo su pH.
- Justifique, sin hacer cálculos, cómo se modifica el pH de las disoluciones si se añade a cada matraz 1 L de agua.
Dato. pK_a (ácido acético) = 4,8.

Sol: a) orden de pH: $NaCl < CH_3COONa < NaOH$; b) en la de $NaCl$ no cambia en las otras disminuye

33. 2014_S_{B3}. Considere los siguientes ácidos y sus valores de pKa indicados en la tabla:

HCOOH	pK _a = 3,74
HClO ₂	pK _a = 1,96
HCN	pK _a = 9,21

- Justifique cuál es el ácido más débil.
- Calcule K_b para la base conjugada de mayor fortaleza.
- Si se preparan disoluciones de igual concentración de estos ácidos, justifique, sin hacer cálculos, cuál de ellas será la de menor pH.
- Escriba la reacción entre NaOH y HCN. Nombre el producto formado

Sol: el ácido más débil es el de mayor pKa: HCN; b) base más fuerte CN⁻: K_b = K_w/K_a = 1,62·10⁻⁵; c) HClO₂; d) reacción de neutralización: NaOH + HCN → NaCN + H₂O

34. 2014_J_{CA5}. Se tiene una disolución acuosa de ácido acético (etanoico) 0,025 M. Calcule:

- El pH de la disolución y el grado de disociación del ácido.
 - El volumen de ácido acético puro (d=1,04 g·cm⁻³) necesario para preparar 200 mL de la disolución del enunciado
 - El pH de la disolución resultante de añadir 0,5g de NaOH a los 200 mL de disolución de ácido acético 0,025 M
- Datos. K_a (ácido acético) = 1,8 · 10⁻⁵. Masas atómicas: H = 1; C = 12; O = 16; Na = 23

Sol: a) pH=3,19, α = 0,026; b) 0,29 mL ácido acético puro; c) pH=12,6

35. 2014_J_{CB2}. Considere tres disoluciones acuosas A, B y C, para las que se sabe que A tiene pH = 4, B tiene [OH⁻] = 10⁻¹² M y C tiene pOH = 3.

- Calcule los valores de [H₃O⁺] para las tres disoluciones.
- Justifique si alguna de ellas podría corresponder a una disolución acuosa de Ca(OH)₂.
- Justifique si alguna de ellas podría corresponder a una disolución acuosa de NaBr.
- Explique qué tipo de sal disolvería en agua para obtener la disolución C.

Sol: a) [H₃O⁺]_A = 10⁻⁴M; [H₃O⁺]_B = 10⁻²M; [H₃O⁺]_C = 10⁻¹¹M; b) puede ser la C; c) a ninguna puesto que es una disolución neutra (no hay hidrólisis); d) una sal de base fuerte y ácido débil, acetato de sodio por ejemplo

36. 2014_J_{B2}. Justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- Si el pH de una disolución se incrementa en 2 unidades, la [H₃O⁺] en el medio se multiplica por 100.
- Si una disolución de un ácido fuerte se neutraliza exactamente con una disolución de una base fuerte, el pH resultante es cero.
- El pH de una disolución acuosa de un ácido jamás puede ser superior a 7.
- Una sal disuelta en agua puede dar un pH distinto de 7.

Sol: a) Falso: a mayor pH, menor carácter ácido, Δ pH = -log([H₃O⁺]_{final}) - (-log([H₃O⁺]_{inicial})) = -log([H₃O⁺]_{final} / [H₃O⁺]_{inicial}) ⇒ [H₃O⁺]_{final} / [H₃O⁺]_{inicial} = 10^{-Δ pH} = 1/100; b) Falso, pH=7; c) Verdad, pH<7; d) Verdad, puede haber hidrólisis y pH≠7

37. 2014_M_{B5}. El producto de solubilidad del hidróxido de hierro (III) a 25°C es K_s = 2,8·10⁻³⁹. Calcule:

- la solubilidad de este hidróxido, en g·L⁻¹.
- el pH de una disolución saturada del mismo
- el volumen de ácido clorhídrico comercial (densidad 1,13 g·cm⁻³, riqueza 36% en masa) que se necesitaría para neutralizar una disolución saturada formada a partir de 10,7 g de hidróxido de hierro (III).

Datos. Masas atómicas: Fe = 55,8; O = 16,0; H = 1,0; Cl = 35,5.

Sol: a) s = 1,08·10⁻⁸g/L b) pH≅7 (por la disociación del agua) c) V HCl comercial = 26,9 mL

38. 2014_M_{B2}. Justifique si el pH resultante de cada una de las siguientes mezclas será ácido, básico o neutro.

- 50 mL de HCl 0,1 M + 10 mL de NaOH 0,2 M.
 - 20 mL de HAc 0,1 M + 10 mL de NaOH 0,2 M.
 - 30 mL de NaCl 0,2M + 30 mL de NaOH 0,1 M
 - 10 mL de HCl 0,1 M + 10 mL de HCN 0,1 M.
- Datos: pK_a (HAc) = 5; pK_a (HCN) = 9

SOLUCIÓN

- reacción de neutralización: HCl + NaOH → NaCl + H₂O
 moles HCl = 0,050 L · 0,1 mol/L = 5 · 10⁻³
 moles NaOH = 0,010 L · 0,2 mol/L = 2 · 10⁻³
 pH = -log [H₃O⁺] = -log (0,05) = 1,3
 Quedan en exceso 3 · 10⁻³ moles de HCl, el pH será ácido [H₃O⁺] exceso = 3 · 10⁻³ mol / 0,06 L = 0,05 M
- HAc + NaOH → NaAc + H₂O
 moles HAc = 0,020 L · 0,1 mol/L = 2 · 10⁻³
 moles NaOH = 0,010 L · 0,2 mol/L = 2 · 10⁻³
 n (HAc) = n (NaOH) pero la sal que se forma NaAc es una sal de ácido débil y base fuerte, con lo que la hidrólisis del anion genera OH⁻ y el pH será básico
- No hay reacción es una mezcla de una sal neutra NaCl y una base muy fuerte (NaOH); el pH resultante será básico
- No hay reacción, es una mezcla de un ácido fuerte (HCl) y un ácido débil (HCN) que lógicamente genera pH ácido

39. 2013_JA2. Justifique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- Una mezcla formada por volúmenes iguales de disoluciones de igual concentración de un ácido y una base débiles siempre tiene pH neutro.
- Una mezcla formada por disoluciones diluidas de ácido clorhídrico y cloruro de calcio tiene pH ácido.
- El ion hidróxido (OH^-) se comporta como un electrolito anfótero.
- La constante de solubilidad de una sal poco soluble aumenta por efecto ion común.

Sol: a) Falso, no supone que $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$; b) Verdad, no hidrólisis $\text{pH}=7$; c) Falso, solo puede actuar como base; d) Falso, solo depende de la temperatura

40. 2013_JB5. Una disolución 10^{-2} M de cianuro de hidrógeno (HCN) tiene un pH de 5,6. Calcule:

- El grado de disociación del HCN
- La constante de disociación del ácido (Ka).
- La constante de basicidad del ion CN^- (Kb).
- El pH de la disolución resultante al mezclar 100 mL de esta disolución de HCN con 100 mL de una disolución $2 \cdot 10^{-2}$ M de hidróxido de sodio.

Sol: a) $\alpha = 2$, $52 \cdot 10^{-4}$; b) $K_a = 6$, $3 \cdot 10^{-10}$; c) $K_b = 1,59 \cdot 10^{-5}$; d) $\text{pH} = 11,7$

41. 2013_SA2. Indique el carácter ácido-base de las siguientes disoluciones, escribiendo su reacción de disociación en medio acuoso:

- ácido hipocloroso
- cloruro de litio
- nitrito de magnesio
- hidróxido de sodio

Datos: K_a (ácido hipocloroso) = $3 \cdot 10^{-8}$; K_a (ácido nitroso) = $4 \cdot 10^{-4}$

42. 2013_SB5. Se determina el contenido de ácido acetilsalicílico ($\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{-COOH}$) en una aspirina (650 mg) mediante una valoración con NaOH 0,2 M.

- Calcule la masa de NaOH que debe pesarse para preparar 250 mL de disolución.
- Escriba la reacción de neutralización.
- Si se requieren 12,5 mL de disolución de NaOH para alcanzar el punto de equivalencia, determine el porcentaje en masa de ácido acetilsalicílico en la aspirina.
- Determine el pH cuando se disuelve una aspirina en 250 mL de agua.

Datos. K_a (ácido acetilsalicílico) = $2,64 \cdot 10^{-5}$. Masas atómicas: H = 1; C = 12; O = 16 y Na = 23.

Sol: a) 2 g; b) $\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{-COOH} + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{-COONa} + \text{H}_2\text{O}$ c) 69,23%; d) $\text{pH} = 0,33$

43. 2013_JCA2. Cuatro disoluciones salinas acuosas, A, B, C y D, se caracterizan por: A tiene $\text{pH} = 2,6$; B tiene una $[\text{OH}^-] = 10^{-7}$ M; C tiene $[\text{OH}^-] = 10^{-10}$ M y D tiene $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-10}$ M.

- Ordene las cuatro disoluciones por acidez creciente, justificando la respuesta.
- Justifique cuál o cuáles de ellas pueden corresponder a una disolución de KNO_3 .
- Justifique cuál o cuáles de ellas pueden corresponder a una disolución de NaNO_2 .
- Justifique cuál o cuáles de ellas pueden corresponder a una disolución de NH_4Br .

Datos. K_a (HNO_2) = $7,2 \cdot 10^{-4}$; K_b (NH_3) = $1,8 \cdot 10^{-5}$

La acidez mide la concentración de H_3O^+ , a mayor concentración mayor acidez.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \rightarrow$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_A = 10^{-2,6} \text{ M} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_B = K_w / [\text{OH}^-]_B = 10^{-14} / 10^{-7} = 10^{-7} \text{ M (el pH será } -\log 10^{-7} = 7 \text{ (neutro))}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_C = K_w / [\text{OH}^-]_C = 10^{-14} / 10^{-10} = 10^{-4} \text{ M (el pH será } \log 10^{-4} = 4 \text{ (ácido))}$$

El pH de la disolución D es 10, por tanto pH básico

Ordenando las disoluciones por acidez creciente $A > C > B > D$

b) KNO_3 es una sal de ácido fuerte y base fuerte, por lo que al disociarse en sus iones no produce hidrólisis, y el pH será neutro, $\text{pH}=7$, por lo que puede tratarse de la disolución B.

c) NaNO_2 es una sal de ácido débil y base fuerte, por lo que al disociarse en sus iones el catión Na^+ no produce hidrólisis, pero sí el ion nitrito NO_2^- por ser la base conjugada de un ácido débil. La hidrólisis del anión genera OH^- , la disolución resultante será básica, el $\text{pH} > 7$, y podría ser la disolución D.

d) La disolución de NH_4Cl tiene pH ácido, $\text{pH} < 7$ ya que se disocia en sus iones y el catión amonio NH_4^+ es el ácido conjugado del amoníaco NH_3 que es una base débil. Puede corresponder a las disoluciones A ó B.

SOLUCIÓN

44. 2013_J_{CB5}. Se preparan 500 mL de disolución disolviendo en agua 61 g de ácido benzoico (disolución I). Una vez preparada la disolución, se toman 5 mL de la misma y se diluyen hasta un volumen de 100 mL (disolución II).
- Calcule el pH de la disolución I.
 - Calcule el grado de disociación de la disolución I.
 - Calcule el volumen de disolución II necesario para neutralizar 50 mL de una disolución de NaOH de pH=10
 - Calcule los gramos de HCl que hay que disolver en 2 L de agua para obtener una disolución con la misma concentración de protones que la disolución I.

Datos. $K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 6,7 \cdot 10^{-5}$. Masas atómicas: C = 12,0; H = 1,0; O = 16,0 y Cl = 35,5

Sol: a) pH = 2,09; b) $\alpha = 0,0082$; c) 0,1 mL disolución II; d) 0,6 g HCl

45. 2013_M_{A5}. ¿Cuál de las siguientes acciones modificará el pH de 500 mL de una disolución de KOH 0,1 M? Justifique la respuesta mediante el cálculo del pH final en cada caso.

- Añadir 100 mL de agua.
- Evaporar la disolución hasta reducir el volumen a la mitad.
- Añadir 500 mL de una disolución de HCl 0,1 M.
- Añadir a la disolución original 0,1 mol de KOH en medio litro de agua.

Sol: a) pH = 12,9; b) pH = 13,3; c) pH = 7; d) pH = 13,2

46. 2013_M_{B3}. Indique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Justifíquelas.

- Una mezcla de NaCl (ac) y NaOH (ac) presenta pH > 7.
- El agua de la atmósfera tiene pH ácido por tener una cierta cantidad de CO₂ disuelto.
- Cuando se mezclan 100 mL de HCl 0,5 M con 200 mL de KOH 0,25 M el pH resultante es 7.
- Cuando se mezcla CaCO₃ con HCl se produce una reacción redox en la que burbujea CO₂.

SOLUCIÓN

- Verdadera. $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$, y no modifica el pH, sin embargo, $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$, resulta un pH > 7.
- Verdadera. $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ y a su vez $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$; resultando un pH ácido.
- Verdadera: mol $\text{H}_3\text{O}^+ = 0,1 \text{ L} \cdot 0,5 \text{ mol/L} = 0,05 \text{ mol}$; mol $\text{OH}^- = 0,2 \text{ L} \cdot 0,25 = 0,05 \text{ mol}$. Como la neutralización es mol a mol, la disolución resultante es neutra, y el pH = 7.
- Falsa la reacción $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{Cl}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ es una reacción ácido base, no redox ya que no se modifican los estados de oxidación de los elementos.

47. 2012_S_{A3}. Considere las siguientes bases orgánicas y sus valores de K_b indicados en la tabla:

Piridina	$K_b = 1,78 \times 10^{-9}$
Hidroxilamina	$K_b = 1,07 \times 10^{-8}$
Hidracina	$K_b = 1,70 \times 10^{-6}$

- Justifique cuál es la base más débil.
- calcule la K_a del ácido conjugado de mayor fortaleza.
- si se preparan disoluciones de igual concentración de dichas bases, justifique cual tendrá mayor pH.
- escriba la reacción entre el hidróxido de sodio y el ácido etanoico nombrando el producto formado.

Sol: a) base más débil, la de $\downarrow K_b$: piridina; b) ácido conjugado más fuerte, piridina: $K_a = 10^{-14} / 1,78 \cdot 10^{-9} = 5,62 \cdot 10^{-6}$; c) mayor pH: la de mayor K_b : hidracina; d) $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{-COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-COONa} + \text{H}_2\text{O}$. Etanoato de sodio

48. 2012_S_{B5}. Una disolución acuosa 1 M de ácido nitroso (HNO₂) tiene un 2% de ácido disociado. Calcule:

- la concentración de cada una de las especies presentes en el equilibrio.
- el pH de la disolución.
- el valor de la K_a del ácido nitroso.
- Si la disolución se diluye 10 veces ¿cuál será el nuevo grado de disociación?

Sol: a) $[\text{NO}_2^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,02 \text{ M}$; b) pH = 1,7; c) $C_0 = 0,148 \text{ M}$; d) $\alpha = 0,0619$

49. 2012_M_{A4}. Se tiene una disolución de ácido etanoico $5,5 \cdot 10^{-2} \text{ M}$. K_a (ácido etanoico) = $1,86 \cdot 10^{-5}$

- Calcule el grado de disociación del ácido en esta disolución.
- Calcule el pH de la disolución.
- halle el volumen de hidróxido de sodio 0,1 M necesario para neutralizar 20 mL de disolución de ác. etanoico
- Justifique si el pH resultante tras la neutralización del apartado anterior será ácido, básico o neutro.

Sol: a) $\alpha = 0,0182$; b) pH = 3; c) 11 mL; d) pH básico

50. 2012_J_{B5}. La anilina ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) se disocia según el equilibrio $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$ con un valor de $K_b = 4,3 \cdot 10^{-10}$. Calcule:

- El grado de disociación y el valor de pH, para una disolución acuosa 5 M de anilina.
- Si 2 mL de esta disolución se diluyen con agua hasta 1 L, halle para la nueva disolución la concentración molar de anilina, su grado de disociación y el valor de pH.

Sol: a) $\alpha = 9,27 \cdot 10^{-6}$, pH = 9,7; b) $C_0' = 0,01 \text{ M}$, $\alpha' = 2 \cdot 10^{-4}$, pH = 8,3

51. 2012_JA2. Se preparan disoluciones acuosas de igual concentración de las especies: cloruro de sodio, acetato (etanoato) de sodio e hidróxido de sodio. Conteste de forma razonada:

- ¿qué disolución tiene mayor pH?
- ¿Qué disolución no cambia su pH al diluirla con agua?
- ¿Se producirá reacción si se mezclan las tres disoluciones?
- ¿Cuál es la Kb de la especie básica más débil?

Dato. K_a (ácido acético) = $1,8 \cdot 10^{-5}$

SOLUCIÓN

- NaCl es una sal de ácido fuerte (HCl) y base fuerte (NaOH), luego no produce hidrólisis y el pH será neutro, pH=7
 CH_3COONa : sal de un ácido débil (ácido acético con K_a dada) y una base fuerte (NaOH). Los iones Na^+ no producirán hidrólisis pero sí los iones acetato (bases conjugadas fuertes), por lo que el pH será básico, pH>7, pero no estará totalmente disociada.
 NaOH es una base muy fuerte, por lo que estará totalmente disociada ($K_b \approx \infty$) y el pH será básico y mayor que el del acetato de sodio para igual concentración de las especies.
 Por lo tanto $\text{pH}(\text{NaCl}) < \text{pH}(\text{CH}_3\text{COONa}) < \text{pH}(\text{NaOH})$
- La disolución de NaCl, que tiene pH neutro.
- No habrá reacción (entre ellas, aparte de las hidrólisis que producen); si se mezclan las tres habrá en la misma disolución iones que permanecerán disociados Na^+ , Cl^- , CH_3COO^- , además de H_3O^+ y OH^-
 Solamente hay una base conjugada de un ácido CH_3COO^- , y no hay mezcla de ácidos y bases (es mezcla de sales y una base). No habrá reacción pues todas las especies en disolución son neutras o básicas.
- Las bases son: NaOH que es una base muy fuerte ($K_b \approx \infty$), CH_3COO^- , que es una base conjugada de un ácido débil, por lo que será una base fuerte con $K_b(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 10^{-14} / 1,8 \cdot 10^{-5} = 5,6 \cdot 10^{-10}$, y Cl^- que sería una base muy débil, conjugada de un ácido muy fuerte ($K_b \approx 0 = K_w / K_a = K_w / \infty$)

52. 2011_SA2. Las siguientes afirmaciones son todas falsas, reescríbalas para que sean correctas justificando los cambios realizados:

- Una disolución acuosa 0,01 M de ácido nítrico tiene un pH=4.
- Un ácido muy débil ($K_a < 10^{-8}$) en disolución acuosa da lugar a un pH ligeramente superior a 7.
- El valor de la constante de basicidad de piridina ($K_b = 1,6 \cdot 10^{-9}$) es 4 veces el de la anilina ($K_b = 4 \cdot 10^{-10}$) y a igualdad de concentraciones, su grado de disociación es cuatro veces mayor.
- Para aumentar 1 unidad el pH de una disolución acuosa de NaOH hay que duplicar su concentración.

SOLUCIÓN

- no son consistentes concentración y pH: Una disolución acuosa 0,01 M de HNO_3 tiene pH=2;
- un ácido débil, libera H_3O^+ y el pH tendrá que ser necesariamente ácido;
- $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BH}^+ + \text{OH}^-$, $K_b = c \cdot \alpha^2 / (1-\alpha) \approx c \cdot \alpha^2 \rightarrow \alpha = (K_b/c)^{1/2}$. Como $K_b \text{ piridina} / K_b \text{ anilina} = 4 \Rightarrow \alpha \text{ piridina} / \alpha \text{ anilina} = 2$.
 “El valor de la constante de basicidad de la piridina ($K_b = 1,6 \cdot 10^{-9}$) es 4 veces el de la anilina ($K_b = 4 \cdot 10^{-10}$) y, a igualdad de concentraciones, su grado de disociación es 2 veces mayor”
- Como $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - (-\log [\text{OH}^-]) = 14 + \log [\text{OH}^-]$, el pH aumenta una unidad si $\log [\text{OH}^-]$ aumenta una unidad y para ello $[\text{OH}^-]$ debe multiplicarse por 10. “Para aumentar una unidad el pH de una disolución acuosa de NaOH es necesario multiplicar por 10 su concentración”

53. 2011_SB5. El fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) es un ácido monoprótico muy débil. Una disolución acuosa 0,75 M de fenol tiene pH = 5,0. Calcule:

- El grado de disociación.
- El valor de K_a del fenol.
- La disolución inicial se diluye hasta conseguir que el grado de disociación sea $3,0 \cdot 10^{-5}$. ¿Cuál será la concentración total de fenol tras la dilución?
- ¿Cuál es el pH de la disolución del apartado c)?

Sol: a) $\alpha = 1,33 \cdot 10^{-5}$; b) $K_a = 1,3 \cdot 10^{-10}$; c) $C_o' = 0,14 \text{ M}$; d) $\text{pH} = 5,38$, más próximo a $\text{pH} = 7$ al haber diluido

54. 2011_JA2. Se preparan disoluciones acuosas de los siguientes compuestos: yoduro de potasio, dioxonitrato (III) de sodio, bromuro de amonio y fluoruro de sodio.

- Escriba los correspondientes equilibrios de disociación y los posibles equilibrios de hidrólisis resultantes para los cuatro compuestos en disolución acuosa.
- Justifique el carácter ácido, básico o neutro de cada una.

Datos. K_a (dioxonitrato (III) de hidrógeno) = $7,2 \cdot 10^{-4}$; K_a (ácido fluorhídrico) = $6,6 \cdot 10^{-4}$; K_a (amoniac) = $1,8 \cdot 10^{-5}$

*Sol: a) y b) $\text{KI} \rightarrow \text{K}^+ (\text{ac}) + \text{I}^- (\text{ac})$ No hidrólisis de los iones de la sal $\Rightarrow \text{pH} = 7$
 $\text{NaNO}_2 \rightarrow \text{Na}^+ (\text{ac}) + \text{NO}_2^- (\text{ac})$ Si hidrólisis del anión: $\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HNO}_2 + \text{OH}^-$ por lo que $\Rightarrow \text{pH} > 7$
 $\text{NH}_4\text{Br} \rightarrow \text{NH}_4^+ (\text{ac}) + \text{Br}^- (\text{ac})$ Si hidrólisis del catión: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ por lo que $\Rightarrow \text{pH} < 7$
 $\text{NaF} \rightarrow \text{Na}^+ (\text{ac}) + \text{F}^- (\text{ac})$ Si hidrólisis del anión: $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HF} + \text{OH}^-$ por lo que $\Rightarrow \text{pH} > 7$*

55. 2011_JB5. Se dispone de una disolución acuosa de hidróxido de potasio de concentración 0,04 M y una disolución acuosa de ácido clorhídrico de concentración 0,025 M. Calcule:

- el pH de las dos disoluciones.
- el pH de la disolución que se obtiene al mezclar 50 mL de la disolución de KOH y 20 mL de la de HCl.
- volumen de agua que habría que añadir a 50 mL de disolución de KOH para obtener una disolución de pH 12,0.

SOLUCIÓN

- El KOH es una base fuerte, totalmente disociada: $[\text{OH}^-] = C_0$ $\text{pOH} = -\log 0,04$ $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 12,6$
 HCl es un ácido fuerte, totalmente disociado: $[\text{H}_3\text{O}^+] = C_0$ $\text{pH} = -\log 0,025$ $\text{pH} = 1,6$
- moles de KOH $\Rightarrow 0,04 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot 0,05 \text{ L} = 0,002 \text{ mol OH}^-$
 moles HCl $\Rightarrow 0,025 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot 0,02 \text{ L} = 0,0005 \text{ mol H}_3\text{O}^+ \Rightarrow$ Después de la neutralización habrá moles de OH^- en exceso = $0,002 - 0,0005 = 0,0015$ y la disolución será básica $\text{pH} > 7$
 $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (0,0015 \text{ mol} / (0,050 + 0,020) \text{ L}) = 1,67 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} \Rightarrow \text{pH} = 12,33$
- si $\text{pH} = 12 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - \text{pH} = 2 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ M}$. Aplicamos la fórmula para hallar la concentración molar:
 $10^{-2} \text{ M} = 0,002 / V_{\text{TOTAL}} \Rightarrow V_{\text{TOTAL}} = 0,2 \text{ L} = 200 \text{ mL}$
 Por tanto el volumen de agua que habría que añadir sería $200 \text{ mL} - 50 \text{ mL} = 150 \text{ mL}$

56. 2011_MB5. Se dispone de una muestra impura de hidróxido de sodio y otra de ácido clorhídrico comercial de densidad $1,189 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ que contiene un 35 % en peso de ácido puro. Calcule:

- La molaridad de la disolución de ácido clorhídrico.
- La pureza de la muestra de hidróxido de sodio si 100 g de la misma son neutralizados con 100 mL de ácido clorhídrico comercial.
- el pH de la disolución formada al añadir 22 g de la muestra impura de hidróxido a 40 mL del clorhídrico comercial y diluir la mezcla hasta conseguir un volumen de 1 L.

Datos. Masas atómicas: H = 1; Na = 23; O = 16; Cl = 35,5

SOLUCIÓN

- Hallamos la molaridad de la disolución de ácido clorhídrico comercial:

$$1 \text{ L á.c. comercial} \cdot \frac{10^3 \text{ mL á.c. comercial}}{1 \text{ L á.c. comercial}} \cdot \frac{1,189 \text{ g á.c. comercial}}{1 \text{ mL á.c. comercial}} \cdot \frac{35 \text{ g HCl puro}}{100 \text{ g á.c. comercial}} \cdot \frac{1 \text{ mol HCl}}{36,5 \text{ g HCl}} = 11,4 \text{ mol HCl}$$
 Por tanto la concentración del ácido comercial es 11,4 M
- En 100 mL del ácido comercial hay: $0,1 \text{ L} \cdot 11,4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 1,14 \text{ mol HCl}$
 Si neutralizan la muestra de NaOH, quiere decir que en la misma hay 1,14 mol de NaOH que son en gramos:
 $1,14 \text{ mol} \cdot 40 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 45,6 \text{ g NaOH}$ que están contenidos en 100 g de muestra y la pureza será del 45,6%
- En los 22 g de muestra impura hay: $22 \text{ g muestra} \cdot (45,6 \text{ g NaOH} / 100 \text{ g muestra}) = 10 \text{ g NaOH pura}$ que son:
 $10 \text{ g} \cdot (40 \text{ g} / 1 \text{ mol}) = 0,25 \text{ mol NaOH}$
 En los 40 mL del ácido comercial hay $0,04 \text{ L} \cdot (11,4 \text{ mol/L}) = 0,456 \text{ mol HCl}$
 Tras la neutralización $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ quedan en exceso $0,456 \text{ mol} - 0,25 \text{ mol} = 0,206 \text{ mol}$ de HCl
 La $[\text{H}_3\text{O}^+]$ exceso = $0,206 \text{ mol} / 1 \text{ L} = 0,206 \text{ M}$ y el $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0,206 = 0,69$

57. 2011_MA2. Diga si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones, razonando sus respuestas:

- El acetato de sodio origina en agua una disolución básica. Dato. $K_a(\text{HAc}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.
- Los enlaces alrededor del átomo de nitrógeno en el NH_4^+ presentan geometría tetraédrica que puede justificarse planteando una hibridación sp^3 .
- El ion bicarbonato (HCO_3^-) se comporta como un electrolito anfótero.
- La solubilidad del fluoruro de magnesio en agua es $8,25 \cdot 10^{-5} \text{ M}$.

Dato. $K_s(\text{fluoruro de magnesio}) = 6,8 \cdot 10^{-9}$.

58. 2010_MA2. Se disuelven 2,3 g de ácido metanoico en agua hasta un volumen de 250 cm^3 . Calcule:

- El grado de disociación y el pH de la disolución.
- el volumen de hidróxido de potasio 0,5 M necesario para neutralizar 50 cm^3 de la disolución anterior.

Dato: $K_a = 1,8 \cdot 10^{-4}$

Sol: a) $\alpha = 0,03$; $\text{pH} = 2,2$; b) $0,02 \text{ L}$