

## REACCIONES DE TRANSFERENCIA DE PROTONES

- PAU-16MA.** 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.  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \times 10^{-5}$ . Masas atómicas: H = 1, C = 12, O = 16.  
*Sol: a) 0,89 M; b) 1,07 g/L*
- PAU-16MB.** 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:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaClO}$  y  $\text{NH}_3$ , 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  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ? Datos.  $K_a(\text{HClO}) = 3,1 \times 10^{-8}$ ;  $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$ .

**SOLUCIÓN**

- Para que las hortensias sean blancas el pH ha de ser básico, por lo que habrá que añadir una sal cuya hidrólisis dé un pH básico, es decir, una sal de una base fuerte y un ácido débil, como  $\text{NaClO}$ , o directamente una disolución de  $\text{NH}_3$ , que es una base.
- En el caso del  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , el catión  $\text{NH}_4^+$  se hidroliza ya que proviene de una base débil:  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ , por lo que la disolución tendrá carácter ácido, y se obtendrán hortensias de color azul o rosa.

- PAU-15JA.** Una disolución acuosa 0,2 M de metilamina tiene pH = 12.
  - Escriba la reacción de disociación en agua de la metilamina.
  - Calcule el grado de disociación de la metilamina en la disolución.
  - Calcule el pH de una disolución acuosa de hidróxido de potasio 0,2 M.
  - A partir de los resultados anteriores, justifique si la metilamina es una base fuerte o débil.
- PAU-15SA.** 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  $\text{pH} = \text{p}K_a - 2$ .
  - 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*
- PAU-15SB.** 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.  $\text{p}K_a(\text{ácido acético}) = 4,8$ .  
*Sol: a) orden de pH:  $\text{NaCl} < \text{CH}_3\text{COONa} < \text{NaOH}$ ; b) en la de  $\text{NaCl}$  no cambia en las otras disminuye*
- PAU-15MA.** Se prepara una disolución añadiendo 4,88 g de ácido benzoico,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ , a la cantidad de agua necesaria para obtener 500 mL de disolución. En dicha disolución el ácido está disociado en un 2,8%. Calcule:
  - La constante de acidez del ácido benzoico, expresada como  $\text{p}K_a$ .
  - El pH de la disolución y la concentración de  $\text{OH}^-$ .
  - La concentración que debe tener una disolución de ácido hipocloroso ( $\text{p}K_a = 7,54$ ) para que tenga el mismo grado de disociación que la de ácido benzoico del enunciado. (masas atómicas: H = 1; C = 12; O = 16)

**SOLUCIÓN**

- Masa molecular del ác. benzoico = 122;  $[\text{ác. benzoico}]_0 = 4,88 / (122 \times 0,5) = 0,080 \text{ M}$ .  
 $K_a = [\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-][\text{H}^+] / [\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}] = (c_0 \alpha)^2 / [c_0 (1 - \alpha)] \approx c_0 \alpha^2 = 0,080 \times 0,028^2 = 6,27 \times 10^{-5}$ .  
 $\text{p}K_a = -\log K_a = 4,20$ .
- $[\text{H}^+] = c_0 \alpha = 0,080 \times 0,028 = 2,24 \times 10^{-3} \text{ M}$ ;  $\text{pH} = -\log(2,24 \times 10^{-3}) = 2,65$ ;  
 $[\text{OH}^-] = K_w / [\text{H}^+] = 10^{-14} / 2,24 \times 10^{-3} = 4,46 \times 10^{-12} \text{ M}$ .
- $K_a(\text{ác. hipocloroso}) = 10^{-\text{p}K_a} = 2,88 \times 10^{-8}$ ;  $K_a \approx c_0 \alpha^2$ ;  $c_0 = K_a / \alpha^2 = 2,88 \times 10^{-8} / 0,028^2 = 3,67 \times 10^{-5} \text{ M}$ .

7. PAU-15M<sub>B</sub>. Se tiene 1 L de disolución de hidróxido de sodio cuyo pH es 13.
- Calcule la cantidad (en gramos) de hidróxido de sodio que se ha utilizado en su preparación.
  - Calcule el volumen de agua que hay que añadir a 1 L de la disolución anterior para que su pH sea 12.
  - Calcule el volumen de ácido clorhídrico 0,5 M que hay que añadir a 1 L de la disolución inicial de hidróxido de sodio para conseguir que el pH final sea 7.
  - Explique cuál será el pH de la disolución formada al diluir la disolución final obtenida en el apartado c) hasta el doble de su volumen inicial.

Datos\_masas atómicas: Na = 23; O = 16; H = 1.

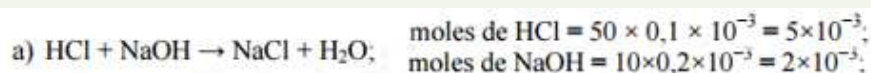
Sol: a) 4 g de NaOH; b) 9 L de agua; c) 0,2 L. d) el pH seguirá siendo 7 tras la dilución.

8. PAU-14M<sub>B</sub>. Justifique si el pH resultante de cada una de las siguientes mezclas será ácido, básico o neutro.

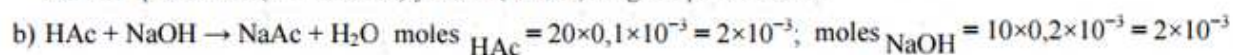
- 50 mL de HCl 0,1 M + 10 mL de NaOH 0,2 M.
- 20 mL de HAc 0,1 M + 10 mL de NaOH 0,2 M.
- 30 mL de NaCl 0,2M + 30 mL de NaOH 0,1 M.
- 10 mL de HCl 0,1 M + 10 mL de HCN 0,1 M.

Datos: pKa (HAc) = 5; pKa (HCN) = 9

SOLUCIÓN



Al final queda HCl (ácido fuerte) y NaCl (neutro) luego el pH es ácido.



Se neutralizan y al final queda NaAc (base débil que procede de ácido débil y base fuerte) luego pH básico.

c) No hay reacción. Es mezcla de especie neutra (NaCl) y especie básica (NaOH) luego pH básico.

d) No hay reacción. Es mezcla de ácido fuerte (HCl) y ácido débil (HCN) luego pH ácido.

9. PAU-14M<sub>B</sub>. El producto de solubilidad del hidróxido de hierro (III) a 25°C es  $K_s = 2,8 \cdot 10^{-39}$ . Calcule:

- la solubilidad de este hidróxido, en  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ .
- El pH de una disolución saturada del mismo
- el volumen de ácido clorhídrico comercial (densidad  $1,13 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , 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)  $s = 1,08 \cdot 10^{-8} \text{ g/L}$  b)  $\text{pH} \approx 7$  (por la disociación del agua) c)  $V_{\text{HCl comercial}} = 26,9 \text{ mL}$

10. PAU-14J<sub>B</sub>. Justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- Si el pH de una disolución se incrementa en 2 unidades, la concentración de protones 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.

11. PAU-14J<sub>B</sub>. Se hacen reaccionar 50 mL de una disolución de ácido propanoico 0,5 M con 100 mL de una disolución de etanol 0,25 M. El disolvente es agua.

- Calcule el pH de la disolución inicial de ácido propanoico.
- Formule el equilibrio que se produce en la reacción del enunciado, nombrando los productos y tipo de reacción.
- Si la constante de equilibrio vale  $K_c = 4,8$  a 20°C, halle la masa del producto orgánico, en el equilibrio.

Datos: pKa (ác. propanoico) = 4,84. Masas atómicas: H = 1; C = 12; O = 16.

Sol: a)  $\text{pH} = 2,57$ ; b)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{COOH} + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{COO-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  (reacción de esterificación, el producto que se obtiene es el propanoato de etilo)

12. PAU-14S<sub>A</sub>. Para las siguientes reacciones de neutralización, formule la reacción y calcule el pH de la disolución que resulta tras:

- Mezclar 50 mL de ácido sulfúrico 2 M con 50 mL de hidróxido de sodio 5 M.
- Añadir 0,1 g de hidróxido de sodio y 0,1 g de cloruro de hidrógeno a un litro de agua destilada.

Datos. Masas atómicas: H = 1,0; O = 16,0; Na = 23,0; Cl = 35,5.

Sol: a)  $\text{pH} = 13,7$ ; b)  $\text{pH} = 3,62$

13. PAU-14S<sub>B</sub>. Considere los siguientes ácidos y los valores de pK<sub>a</sub> indicados en la tabla:

- Justifique cuál es el ácido más débil.
- Calcule K<sub>b</sub> 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.

HCOOH	pK <sub>a</sub> = 3,74
HClO <sub>2</sub>	pK <sub>a</sub> = 1,96
HCN	pK <sub>a</sub> = 9,21

14. PAU-13J<sub>A</sub>. 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<sup>-</sup>) se comporta como un electrolito anfótero.
- La constante de solubilidad de una sal poco soluble aumenta por efecto ion común.

15. PAU-13J<sub>B</sub>. Una disolución 10<sup>-2</sup> 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 (K<sub>a</sub>).
- La constante de basicidad del ion CN<sup>-</sup> (K<sub>b</sub>).
- El pH de la disolución resultante al mezclar 100 mL de esta disolución de HCN con 100 mL de una disolución 2 · 10<sup>-2</sup> 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)  $pH = 11,7$

16. PAU-13S<sub>A</sub>. Indique el carácter ácido-base de las siguientes disoluciones, escribiendo su reacción de disociación en medio acuoso:

- Ácido hipocloroso.
- Nitrito de magnesio.
- Cloruro de litio
- Hidróxido de sodio

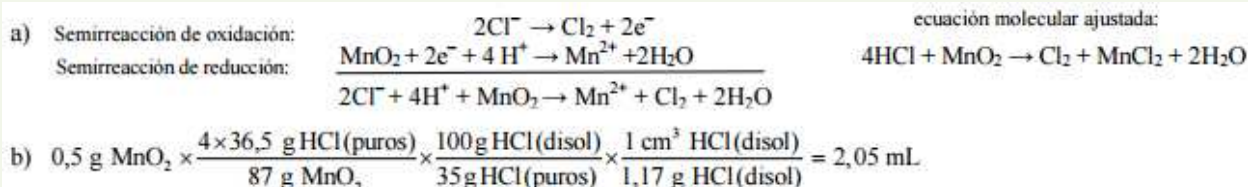
Datos: K<sub>a</sub> (ácido hipocloroso) = 3 · 10<sup>-8</sup>; K<sub>a</sub> (ácido nitroso) = 4 · 10<sup>-4</sup>

17. PAU-13S<sub>A</sub>. El ácido clorhídrico concentrado reacciona con el dióxido de manganeso produciendo cloro molecular, dicloruro de manganeso y agua.

- Ajuste las semirreacciones iónicas y la reacción molecular global que tienen lugar.
- Calcule el volumen de ácido clorhídrico, del 35% en masa y densidad 1,17 g · cm<sup>-3</sup>, necesario para hacer reaccionar completamente 0,5 g de dióxido de manganeso.

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

SOLUCIÓN



18. PAU-13S<sub>B</sub>. Se determina el contenido de ácido acetilsalicílico (C<sub>8</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>-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<sub>a</sub> (ácido acetilsalicílico) = 2,64 · 10<sup>-5</sup>. Masas atómicas: H = 1; C = 12; O = 16 y Na = 23.

Sol: a) 2 g; b) C<sub>8</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>-COOH + NaOH ⇌ C<sub>8</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>-COONa + H<sub>2</sub>O c) 69,23%; d) pH 0 3,3

19. PAU-13M<sub>A</sub>. ¿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

20. PAU-13M<sub>B</sub>. Indique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Justifíquelas.

- Una mezcla de NaCl (ac) y NaOH (ac) presenta  $\text{pH} > 7$ .
- El agua de la atmósfera tiene  $\text{pH}$  ácido por tener una cierta cantidad de  $\text{CO}_2$  disuelto.
- Cuando se mezclan 100 mL de HCl 0,5 M con 200 mL de KOH 0,25 M el  $\text{pH}$  resultante es 7.
- Cuando se mezcla  $\text{CaCO}_3$  con HCl se produce una reacción redox en la que burbujea  $\text{CO}_2$ .

21. PAU-12M<sub>A</sub>.- Se tiene una disolución de ácido etanoico  $5,5 \cdot 10^{-2}$  M.

$$K_a (\text{ácido etanoico}) = 1,86 \cdot 10^{-5}$$

- Calcule el grado de disociación del ácido en esta disolución.
- Calcule el  $\text{pH}$  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  $\text{pH}$  resultante tras la neutralización del apartado anterior será ácido, básico o neutro.

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

22. PAU-12J<sub>A</sub>.- 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 menor  $\text{pH}$ ?
- ¿Qué disolución no cambia su  $\text{pH}$  al diluirla con agua?
- ¿Se producirá reacción si se mezclan las tres disoluciones?
- ¿Cuál es la  $K_b$  de la especie básica más débil?

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

23. PAU-12J<sub>B</sub>.- 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  $\text{pH}$ , para una disolución acuosa 5 M de anilina.
- Si 2 mL de esta disolución se diluyen con agua hasta 1 L, calcule para la nueva disolución la concentración molar de anilina, su grado de disociación y el valor de  $\text{pH}$ .

24. PAU-12S<sub>A</sub>.- 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 cuál será la de mayor  $\text{pH}$ .
- escriba la reacción entre el hidróxido de sodio y el ácido etanoico nombrando el producto formado.

25. PAU-12S<sub>B</sub>.- Una disolución acuosa 1 M de ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ) tiene un 2% de ácido disociado. Calcule:

- la concentración de cada una de las especies presentes en el equilibrio.
- el  $\text{pH}$  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)  $[\text{NO}_2^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,02$  M; b)  $\text{pH} = 1,7$ ; c)  $C_0 = 0,148$  M; d)  $\alpha = 0,0619$

26. PAU-11M<sub>B</sub>. 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  $\text{pH}$  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

a) En 1 L de HCl comercial hay  $1189 \times 0,35 = 416,15$  g de HCl puro  
 $M(\text{HCl}) = 35,5 + 1 = 36,5$ ;  $[\text{HCl}] = 416,15/36,5 = 11,4$  M  
b) 100 mL HCl  $\leftrightarrow$  1,14 moles HCl; Al neutralizarse  $\rightarrow$  1,14 moles de NaOH  
 $M(\text{NaOH}) = 23 + 16 + 1 = 40$  g;  $1,14 \times 40 = 45,6$  de NaOH puros en 100 g de muestra  $\leftrightarrow$  pureza 45,6 %  
c) 22 g de NaOH impura  $\leftrightarrow$   $22 \times 0,456 = 10$  g NaOH pura  $\leftrightarrow$   $10/40 = 0,25$  moles de NaOH y de  $\text{OH}^-$   
40 mL de HCl comercial  $\leftrightarrow$   $11,4 \times 0,04 = 0,456$  moles de HCl y de  $\text{H}^+$   
 $0,456 - 0,25 = 0,206$  moles de exceso de  $\text{H}^+$   $\leftrightarrow$   $[\text{H}^+] = 0,206/1 = 0,206$  M  $\leftrightarrow$   $\text{pH} = -\log 0,206 = 0,69$



**27. PAU-11J.** Se preparan disoluciones acuosas de los siguientes compuestos: ioduro de potasio, dioxonitrato (III) de sodio, bromuro de amonio y fluoruro de sodio.

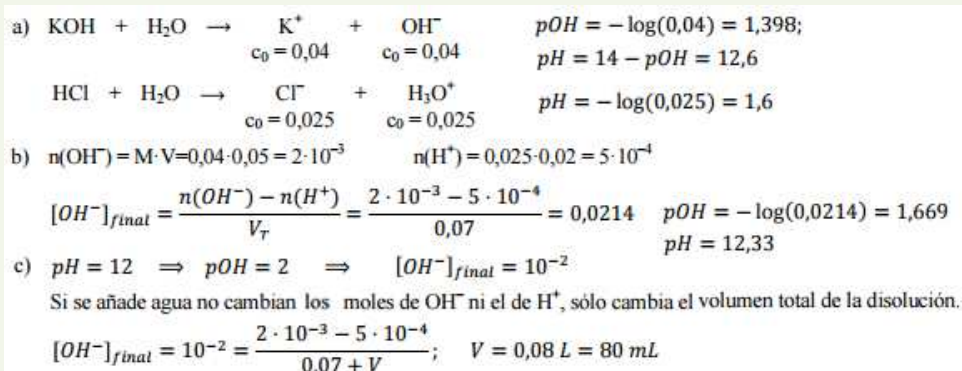
- Escriba los correspondientes equilibrios de disociación y los posibles equilibrios de hidrólisis resultantes para los cuatro compuestos en disolución acuosa.
- Justifique el carácter ácido, básico o neutro de cada una.

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

**28. PAU-11J.** Se dispone de una disolución acuosa de KOH de concentración 0,04 M y una disolución acuosa de HCl 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.
- el volumen de agua que habría que añadir a 50 mL de la disolución de KOH para obtener una disolución de pH 12,0.

**SOLUCIÓN**



**29. PAU-11MA.** Diga si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones, razonando sus respuestas:

- El acetato de sodio origina en agua una disolución básica. Dato.  $K_a$  (HAc) =  $1,8 \cdot 10^{-5}$ .
- Los enlaces alrededor del átomo de nitrógeno en el  $\text{NH}_4^+$  presentan geometría tetraédrica que puede justificarse planteando una hibridación  $sp^3$ .
- El ión bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) se comporta como un electrolito anfótero.
- La solubilidad del fluoruro de magnesio en agua es  $8,25 \cdot 10^{-5}$  M. Dato.  $K_s = 6,8 \cdot 10^{-9}$ .

**30. PAU-11SA.** 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 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 cuatro veces mayor.
- Para aumentar 1 unidad el pH de una disolución acuosa de NaOH es necesario duplicar su concentración.

**31. PAU-10MA.** Se disuelven 2,3 g de ácido metanoico en agua hasta un volumen de 250  $\text{cm}^3$ . Calcule:

- El grado de disociación y el pH de la disolución.  $K_a = 1,8 \cdot 10^{-4}$
- el volumen de hidróxido de potasio 0,5 M necesario para neutralizar 50  $\text{cm}^3$  de la disolución anterior.

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

**32. PAU-10MB.** Dadas las constantes de acidez de las especies químicas  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , HF,  $\text{HSO}_4^-$  y  $\text{NH}_4^+$

- Ordene las cuatro especies de mayor a menor acidez.
- Escriba sus correspondientes reacciones de disociación ácida en disolución acuosa.
- Identifique sus bases conjugadas y ordénelas de mayor a menor basicidad.
- Escriba la reacción de transferencia protónica entre la especie más ácida y la base conjugada más básica.

Datos.  $K_a$  ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) =  $1,8 \cdot 10^{-5}$ ;  $K_a$  (HF) =  $7,2 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_a$  ( $\text{HSO}_4^-$ ) =  $1,2 \cdot 10^{-2}$ ;  $K_a$  ( $\text{NH}_4^+$ ) =  $5,5 \cdot 10^{-10}$

**33. PAU-10JA** Considere los ácidos orgánicos monopróticos: úrico, benzoico, láctico y butanoico.

- Ordénelos en orden creciente de acidez en disolución acuosa.
- Justifique cuál de sus bases conjugadas tiene menor valor de  $K_b$ .
- Justifique cuál será la base conjugada más fuerte.
- Escriba la fórmula semidesarrollada del ácido butanoico.

Datos.  $K_a$  (úrico) =  $5,1 \cdot 10^{-6}$ ;  $K_a$  (benzoico) =  $6,6 \cdot 10^{-5}$ ;  $K_a$  (láctico) =  $1,4 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_a$  (butanoico) =  $1,5 \cdot 10^{-5}$

**34. PAU-10J<sub>B</sub>.** Se prepara una disolución de ácido benzoico (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH) cuyo pH es 3,1, disolviendo 0,61 gramos del ácido en agua hasta obtener 500 mL de disolución. Calcule:

- El grado de disociación del ácido benzoico.
- La constante de acidez del ácido benzoico.
- La constante de basicidad del anión benzoato.
- El volumen de hidróxido de sodio 0,1 M necesario para neutralizar 50 mL de la disolución del ácido.

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

Sol: a)  $7,94 \cdot 10^{-2}$ ; b)  $6,85 \cdot 10^{-5}$ ; c)  $1,46 \cdot 10^{-10}$ ; d) 5 mL

**35. PAU-10S<sub>GA</sub>.** Teniendo en cuenta los valores de las constantes de acidez de los ácidos fluorhídrico, cianhídrico y etanoico en disolución acuosa, conteste razonadamente a las siguientes cuestiones:

- Ordene los ácidos de menor a mayor acidez en agua.
- A igualdad de concentración inicial de ácido, ¿cuál tiene mayor pH?
- ¿Cuál es la K<sub>b</sub> de la base conjugada más débil?
- Escriba la reacción entre el ácido más fuerte y la base conjugada más fuerte.

Datos. K<sub>a</sub>: HF = 10<sup>-3</sup>; HCN = 10<sup>-10</sup>; CH<sub>3</sub>-COOH = 10<sup>-5</sup>

**36. PAU-10S<sub>GB</sub>.** Se disuelven 1,4 g de hidróxido de potasio en agua hasta alcanzar un volumen final de 0,25 L.

- Calcule el pH de la disolución resultante.
- Si se diluyen 20 mL de la disolución anterior hasta un volumen final de 1 L, ¿cuál sería el valor de pH de la nueva disolución?
- Si a 20 mL de la disolución inicial se añaden 5 mL de HCl 0,12 M, halle el pH de la disolución resultante?
- ¿Qué volumen de ácido nítrico de concentración 0,16 M sería necesario para neutralizar completamente 25 mL de la disolución inicial de KOH? Datos. Masas atómicas: K= 39; O = 16; H = 1.

Sol: a) pH=13; b) pH =11,3; c) pH= 12,75; d) 15,6 mL

**37. PAU-10S<sub>EA</sub>.** Nombre los siguientes compuestos e indique si disoluciones acuosas de los mismos serían ácidas, básicas o neutras. Justifique las respuestas mediante las ecuaciones iónicas que correspondan en cada caso:

- KBr
- Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- Na<sub>2</sub>S
- NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>

**SOLUCIÓN**

a) Bromuro de potasio KBr → K <sup>+</sup> + Br <sup>-</sup>	La disolución es neutra porque la sal procede de ácido y base fuertes y la base y el ácido conjugado son débiles. <b>no tienen capacidad para reaccionar con el agua</b>
b) Carbonato de litio Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> → 2 Li <sup>+</sup> + CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + H <sub>2</sub> O ⇌ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + OH <sup>-</sup> <b>La hidrólisis del anión genera un medio básico pH&gt;7</b> Disolución básica
c) Sulfuro de sodio Na <sub>2</sub> S → 2 Na <sup>+</sup> + S <sup>2-</sup>	S <sup>2-</sup> + H <sub>2</sub> O ⇌ HS <sup>-</sup> + OH <sup>-</sup> <b>La hidrólisis del anión genera un medio básico pH&gt;7</b> Disolución básica
d) NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> → NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + H <sub>2</sub> O ⇌ NH <sub>3</sub> + H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> <b>La hidrólisis del catión genera un medio ácido pH&lt;7</b> Disolución ácida

**38. PAU-10S<sub>EB</sub>.** Una disolución acuosa 0,2 M del ácido cianhídrico HCN está ionizada un 0,16 %. Calcule:

- La constante de acidez.
- El pH y la concentración de OH<sup>-</sup> de la disolución.

Sol: a)  $5,13 \cdot 10^{-7}$ ; b) pH=3,49

**39. PAU-09M<sub>A</sub>.** - Se prepara una disolución de un ácido débil, HA, con una concentración inicial 10<sup>-2</sup> M. Cuando se llega al equilibrio el ácido presenta una disociación del 1 %. Calcule:

- El pH de la disolución.
- La constante de acidez de HA.
- El grado de disociación si se añade agua hasta aumentar 100 veces el volumen de la disolución.
- El pH de la disolución del apartado c).

Sol: a) pH=4; b)  $1,01 \cdot 10^{-6}$ ; c) 9,56%; d) pH=5,02.

**40. PAU-10J<sub>EB</sub>.** El ácido butanoico es un ácido débil siendo su K<sub>a</sub>= 1,5 · 10<sup>-5</sup>. Calcule:

- el grado de disociación de una disolución 0,05 M del ácido butanoico.
- el pH de la disolución 0,05 M.
- el volumen de una disolución de hidróxido de sodio 0,025 M necesario para neutralizar 100 mL de disolución 0,05 M de ácido butanoico.

Sol: a) 0,0173; b) pH=3,06; c) 200 mL

**41. PAU-09S.** Atendiendo a los equilibrios en disolución acuosa, razone cuál o cuáles de las siguientes especies son anfóteras (pueden comportarse como ácido y como base):

- a) Amoníaco (o trihidruro de nitrógeno).      b) Ion bicarbonato (o ion hidrogenotrioxocarbonato (IV)).  
c) Ion carbonato (o ion trioxocarbonato (IV)).      d) Ion bisulfuro (o ion hidrogenosulfuro (II)).

**42. PAU-09SB.** Una disolución comercial de ácido clorhídrico presenta un pH de 0,3.

- a) Halle la masa de hidróxido de sodio necesaria para neutralizar 200 mL de disolución comercial de ácido.  
b) Si 10 mL de la disolución comercial de ácido clorhídrico se diluyen con agua hasta un volumen final de 500 mL, calcule el pH de la disolución diluida resultante.  
c) A 240 mL de la disolución diluida resultante del apartado anterior se le añaden 160 mL de ácido nítrico 0,005 M. Calcule el pH de la nueva disolución (suponiendo volúmenes aditivos).  
d) Calcule los gramos de hidróxido de calcio necesarios para neutralizar la disolución final del apartado c).  
Datos. Masas atómicas: Na = 23; Ca = 40; H = 1; O = 16.

*Sol: a) 4,0 g; b) pH=2; c) pH=2,1; d) 0,1184 g*

**43. PAU-08MA.** Sea una disolución acuosa 1 M de un ácido débil monoprótico cuya  $K_a = 10^{-5}$  a 25°C.

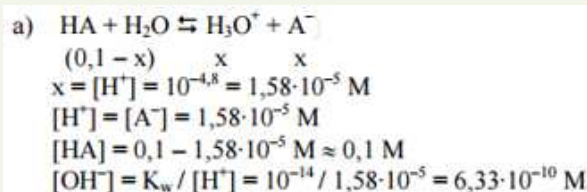
Justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

- a) Su pH será mayor que 7.  
b) El grado de disociación será aproximadamente 0,5.  
c) El grado de disociación aumenta si se diluye la disolución.  
d) El pH aumenta si se diluye la disolución.

**44. PAU-08MB.** Una disolución 0,1 M de un ácido monoprótico, HA, tiene un pH de 4,8. Calcule:

- a) Las concentraciones en el equilibrio de todas las especies presentes en la disolución (incluir la concentración de OH<sup>-</sup>).  
b) La constante de disociación del ácido HA y el grado de disociación del ácido. Dato.  $K_w = 10^{-14}$

**SOLUCIÓN**



b)  $K_a = (1,58 \cdot 10^{-5})^2 / 0,1 = 2,5 \cdot 10^{-9}$   
Grado de ionización =  $1,58 \cdot 10^{-5} / 0,1 = 1,58 \cdot 10^{-4}$

**45. PAU-08J.** Se tiene una disolución de ácido nítrico de pH=2,3.

- a) Halle el número de moles de ion nitrato en disolución sabiendo que el volumen de la misma es de 250 mL  
b) calcule la masa de hidróxido de sodio necesario para neutralizar 25 mL de la disolución anterior.  
c) Determine el pH de la disolución obtenida al añadir 25 mL de hidróxido de sodio 0,001 M a 25 mL de la primera disolución de ácido nítrico, suponiendo que los volúmenes son aditivos.

Datos: masas atómicas: Na=23; O=16; H=1.

*Sol: a)  $n NO_3^- = 1,25 \cdot 10^{-3} mol$ ; b)  $m NaOH = 5 \cdot 10^{-3}$ ; c) pH=2,7*

**46. PAU-08J.** Se preparan disoluciones acuosas de igual concentración de HCl, NaCl, NH<sub>4</sub>Cl y NaOH. Razone:

- a) ¿qué disolución tendrá mayor pH?  
b) ¿qué disolución tendrá menor pH?  
c) ¿qué disolución es neutra?  
d) ¿qué disolución no cambia su pH al diluirla? Dato  $K_a (NH_4^+) = 10^{-9}$

**SOLUCIÓN**

- a) La más básica, la disolución de NaOH. Por ser una base fuerte, se disocia por completo en Na<sup>+</sup> y OH<sup>-</sup>.  
b) La más ácida, la disolución de HCl. Por ser un ácido fuerte, se disocia por completo formándose Cl<sup>-</sup> y H<sup>+</sup>.  
c) La que es una sal de ácido fuerte y base fuerte, la disolución de NaCl. Esta sal se disocia por completo en los iones Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup> y ambos son iones neutros (no reaccionan con el H<sub>2</sub>O).  
d) Aquella para la que no cambia la concentración de [H<sup>+</sup>], es decir la disolución de NaCl ya que es neutra. Las otras tres disoluciones producen iones H<sup>+</sup> o OH<sup>-</sup>, cuyas concentraciones varían con la dilución.

**47. PAU-08S.** Una disolución acuosa de amoníaco de uso doméstico tiene una densidad de 0,962 g·cm<sup>-3</sup> y una concentración del 6,5% en masa. Determine:

- a) la concentración molar de amoníaco en dicha disolución.      b) el pH de la disolución.  
c) el pH de la disolución resultante al diluir 10 veces.

Datos: masas atómicas: N=14; H=1; K<sub>b</sub> (NH<sub>3</sub>)=1,8·10<sup>-5</sup>.

*Sol: a) 3,68 M; b) pH=11,92; c) pH= 11,41*