

# REACCIONES DE TRANSFERENCIA DE PROTONES

- 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:  $K_a(\text{CH}_3\text{-COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ . Masas atómicas H=1, C=12, O=16.
- 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.
- Indique, razonadamente, para las siguientes especies:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{HSO}_4^-$ 
  - Cuál es el ácido conjugado de cada una
  - Cuál es la base conjugada de cada una.
- 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.
- Se añaden 7 g de amoníaco a la cantidad de agua necesaria para obtener 500 mL de disolución.
  - Calcule el pH de la disolución resultante.
  - Calcule el grado de ionización del amoníaco.

Datos:  $K_a = 1,5 \cdot 10^{-5}$ . Masas atómicas H=1, N=14

6. 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)).
7. Para una disolución acuosa de un ácido HA de  $K_a = 10^{-5}$ , justifique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:
  - a) Cuando se neutraliza con una base, el pH es diferente a 7.
  - b) Cuando se duplica la concentración de protones de la disolución, su pH se reduce a la mitad.
  - c) La constante de acidez de HA es menor que la constante de basicidad de su base conjugada.
  - d) Si se diluye la disolución del ácido, su grado de disociación permanece constante.
8. Conocidos los ácidos HA ( $K_a = 3,6 \cdot 10^{-6}$ ), HB ( $K_a = 2,5 \cdot 10^{-3}$ ) y HC ( $K_a = 1,2 \cdot 10^{-12}$ ), justifique:
  - a) cuál es el ácido más débil
  - b) cuál es el que posee la base conjugada más débil
  - c) si podría establecerse un equilibrio entre HA y B<sup>-</sup>
  - d) el carácter fuerte o débil de A<sup>-</sup>
9. Considerando los valores de  $K_a$  de los ácidos HCN, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH, HClO<sub>2</sub> y HF, conteste razonadamente a las siguientes preguntas:
  - a) ¿Cuál es el orden de mayor acidez en el agua?
  - b) A igual concentración, ¿cuál de ellos presenta una disolución acuosa con menor pH?
  - c) Utilizando el equilibrio de ionización en disolución acuosa, ¿cuáles son sus bases conjugadas?.
  - d) Ordene las bases conjugadas de mayor a menor basicidad.

Datos:  $K_a(\text{aproximado})$  :  $\text{HCN} = 10^{-10}$  ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} = 10^{-5}$  ,  $\text{HClO}_2 = 10^{-2}$  ,  $\text{HF} = 10^{-4}$

10. Diga si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones, razonando sus respuestas:
- El acetato de sodio origina en agua una disolución básica. Dato.  $K_a(\text{Ác. Acético}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$
  - Los enlaces alrededor del átomo de nitrógeno en el  $\text{NH}_4^+$  presentan estructura 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  $8,25 \cdot 10^{-5}$ . Dato.  $K_s = 6,8 \cdot 10^{-9}$
11. 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  $\text{OH}^-$  de la disolución.
12. Dada una disolución acuosa de 0,0025 M de ácido fluorhídrico, calcule:
- La concentración en el equilibrio de HF,  $\text{F}^-$  y  $\text{H}^+$
  - El pH de la disolución y el grado de disociación
- Dato:  $K_a(\text{HF}) = 6,66 \cdot 10^{-4}$
13. 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, calcule para la nueva disolución la concentración molar de la anilina, su grado de disociación y el valor de pH.
14. Considere los ácidos orgánicos monoproticos: úrico, benzoico, láctico y butanoico.
- Ordénelos en orden creciente de acidez en disolución acuosa.
  - Justifique cuál de sus bases conjugadas tiene menor valor de  $K_b$

- c) Justifique cuál será la base conjugada más fuerte.
- d) Escriba la formula semidesarrollada del ácido butanoico.

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

15. Se prepara una disolución de ácido benzoico ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ) cuyo pH es 3,1, disolviendo 0,61 gramos del ácido en agua hasta obtener 500 mL de disolución. Calcule:

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

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

16. 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  $\text{OH}^-$ ).
- b) La constante de disociación del ácido HA y el grado de disociación del ácido.

Datos:  $K_w = 10^{-14}$

17. Ordene, de menor a mayor, el pH de las disoluciones acuosas de igual concentración de los compuestos KCl, HF y  $\text{HNO}_3$ . Datos:  $K_a(\text{HF}) = 10^{-3}$

18. Justifique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- a) Una mezcla formada por volúmenes iguales de disoluciones de igual concentración de un ácido y una base débiles siempre tiene pH neutro.
- b) Una mezcla formada por disoluciones diluidas de ácido clorhídrico y cloruro de calcio tiene pH ácido.
- c) El ión hidróxido ( $\text{OH}^-$ ) se comporta como un electrolito anfótero.

19. Complete las siguientes reacciones e indique las sustancias que actúan como ácido y como base, y sus pares conjugados, según la teoría de Brønsted-Lowry.

- a)  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$   
b)  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \longrightarrow$   
c)  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-} \longrightarrow$
20. Un ácido (AH) está disociado al 0,5 % en disolución 0,3 M. Calcule:
- La constante de disociación del ácido (1 punto).
  - El pH de la disolución
  - La concentración de iones  $[\text{OH}^-]$
21. Razone la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:
- A igual molaridad, cuanto más débil es un ácido menor es el pH de sus disoluciones.
  - A un ácido fuerte le corresponde una base conjugada débil.
  - No existen disoluciones diluidas de un ácido fuerte.
22. 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.
- Su pH será mayor que 7.
  - El grado de disociación será aproximadamente 0,5.
  - El grado de disociación aumenta si se diluye la disolución.
  - El pH aumenta si se diluye la disolución.
23. 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 pH?
  - ¿Qué disolución no cambia su 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?

Datos:  $K_a$  (Ác. Acético) =  $1,8 \cdot 10^{-5}$

# ***HIDRÓLISIS, DISOLUCIONES TAMPÓN y VALORACIONES ÁCIDO-BASE***

Justifique que pH (ácido, neutro o básico) tienen las siguientes disoluciones acuosas:

- Nitrato de potasio
- Acetato de sodio
- Cloruro de amonio
- Nitrito de sodio

Datos:  $K_a(\text{HAc}) = 10^{-5}$ ;  $K_a(\text{HNO}_2) = 10^{-3}$ ;  $K_a(\text{NH}_4^+) = 10^{-9}$

Se preparan disoluciones acuosas de igual concentración de HCl, NaCl,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  y NaOH. Conteste de forma razonada:

- ¿Qué disolución tendrá mayor pH?
- ¿Qué disolución tendrá menor pH?
- ¿Qué disolución es neutra?
- ¿Qué disolución no cambiará su pH al diluirla?

Dato:  $K_a(\text{NH}_4^+) = 10^{-9}$

- Un ácido monoprótico presenta una constante de acidez  $K_a = 2,5 \cdot 10^{-5}$ .
  - Calcule la concentración inicial de este ácido necesaria para obtener una disolución con  $\text{pH} = \text{p}K_a$ .
  - 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.

Masas atómicas: H=1; O=16; K=39,1.

- ¿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.

- a) Añadir 100 mL de agua.
  - b) Evaporar la disolución hasta reducir el volumen a la mitad.
  - c) Añadir 500 mL de una disolución de HCl 0,1 M.
  - d) Añadir a la disolución original 0,1 mol de KOH en medio litro de agua.
3. Para las siguientes reacciones de neutralización, formule la reacción y calcule el pH de la disolución que resulta tras:
- a) Mezclar 50 mL de ácido sulfúrico 2 M con 50 mL de hidróxido de sodio 5 M.
  - b) Añadir 0,1 g de hidróxido de sodio y 0,1 g de cloruro de hidrógeno a un litro de agua destilada.

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

4. El color de las flores de la hortensia (*hydrangea*) depende, entre otros factores, del pH del suelo en el que se encuentran, de forma que para valores de 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 las siguientes disoluciones acuosas:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaClO}$ ,  $\text{NH}_3$ , indique razonadamente:
- a) ¿Qué disolución/es añadiría al suelo si quisiera obtener hortensias de color blanco?
  - b) ¿De qué color serán las hortensias si añadiese al suelo una disolución de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ?

Datos:  $K_a(\text{HClO}) = 3,1 \cdot 10^{-8}$ ,  $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$

5. Ordene, de menor a mayor, el pH de las disoluciones acuosas de igual concentración de las sales  $\text{NaClO}_2$ ,  $\text{HCOONa}$  y  $\text{NaIO}_4$ . Datos:  $K_a(\text{HClO}_2) = 10^{-2}$ ,  $K_a(\text{CHCOOH}) = 10^{-4}$ ,  $K_a(\text{HIO}_4) = 10^{-8}$
6. La concentración de HCl de un jugo gástrico es 0,15 M.
- a) ¿Cuántos gramos de HCl hay en 100 mL, de ese jugo?
  - b) ¿Qué masa de hidróxido de aluminio,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , será necesario para neutralizar el ácido anterior?

Masas atómicas: H=1; O=16; Al=27; Cl=35,5

7. A temperatura ambiente, la densidad de una disolución de ácido sulfúrico del 24 % de riqueza en peso es  $1,17 \text{ gmL}^{-1}$ . Calcula:

- a) su concentración molar.
- b) El volumen de disolución necesario para neutralizar 100 mL de disolución  $2,5 \text{ molL}^{-1}$  de KOH.

Datos: (Pesos atómicos) H = 1 u, S = 2 u, O = 16 u.

8. Una disolución  $10^{-2}$  M de cianuro de hidrógeno (HCN) tiene un pH de 5,6. Calcule:
  - a) El grado de disociación del HCN.
  - b) La constante de disociación del ácido (Ka).
  - c) La constante de basicidad del ión  $\text{CN}^-$  (Kb).
  - d) 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.
9. 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:
  - a) El pH de las dos disoluciones.
  - b) El pH de la disolución que se obtiene si se mezclan 50 mL de la disolución de KOH y 20 mL de la disolución de HCl.
  - c) El volumen de agua que habría que añadir a 50 mL de la disolución de KOH para obtener una disolución de pH 12.
10. 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:
  - a) La molaridad de la disolución de ácido clorhídrico.
  - b) La pureza de la muestra de hidróxido de sodio si 100 g de la misma son neutralizados con 100 mL de ácido clorhídrico comercial.
  - c) 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.

11. Una disolución acuosa 0,2 M del ácido cianhídrico HCN está ionizada un 0,16 %. Calcule:
  - a) Calcule el pH de la disolución resultante



- b) Si se diluyen 20 mL de la disolución anterior hasta un volumen final de 1 L, ¿cuál será el valor de pH de la nueva disolución?
- c) Si a 20 mL de la disolución inicial se le añaden 5 mL de HCl 0,12 M, ¿cuál será el pH de la disolución resultante?
- d) ¿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.

12. Se disuelven 1,68 gramos de hidróxido de potasio en agua hasta alcanzar un volumen de 100 mL.
- a) Calcule el pH de la disolución obtenida.
  - b) Calcule cuántos mL de ácido clorhídrico 0,6 M hacen falta para neutralizar 50 mL de la disolución de hidróxido de potasio, y cuál es el pH de la disolución final.
  - c) Calcule el pH de la disolución que se obtiene al añadir 250 mL de agua a 50 mL de la disolución inicial de hidróxido de potasio.

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

13. Indique, razonadamente, si el pH de las disoluciones acuosas de las especies químicas siguientes es mayor, menor o igual a 7:
- a)  $\text{NH}_3$
  - b)  $\text{NH}_4\text{Cl}$
  - c)  $\text{CaCl}_2$

14. Se prepara una disolución de ácido benzoico ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ) cuyo pH es 3,1, disolviendo 0,61 gramos del ácido en agua hasta obtener 500 mL de disolución. Calcule:
- a) El grado de disociación del ácido benzoico.
  - b) La constante de acidez del ácido benzoico.
  - c) La constante de basicidad del anión benzoato.
  - d) El volumen de hidróxido de sodio 0,1 M necesario para neutralizar 50 mL de la disolución del ácido.

Datos: Masa atómicas C=12, O=16, H=1

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

- a) El grado de disociación y el pH de la disolución.
- b) El volumen de hidróxido de potasio 0,5 M necesario para neutralizar 50  $\text{cm}^{-3}$  de la disolución anterior.

Dato:  $K_a = 1,8 \cdot 10^{-4}$ ; Masas atómicas C=12, O=16, H=1.

16. Una disolución comercial de ácido clorhídrico presenta un pH de 0,3.
- a) Calcule la masa de hidróxido de sodio necesaria para neutralizar 200 mL de la 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).
17. El pH de un zumo de limón es 3,4. Suponiendo que el ácido del limón se comporta como un ácido monoprótico (HA) con constante de acidez  $K_a = 7,4 \cdot 10^{-4}$ , calcule:
- a) La concentración de HA en ese zumo de limón.
  - b) El volumen de una disolución de hidróxido sódico 0,005 M necesaria para neutralizar 100 mL del zumo de limón.
18. Se tienen dos disoluciones, una obtenida disolviendo 0,6 g de hidróxido de sodio en 100 ml de agua y otra de ácido sulfúrico 0,25 M.
- a) ¿Cuál es el pH de cada disolución?
  - b) ¿Qué pH tendrá una disolución obtenida al mezclar 50 mL de cada una?

Datos: Masas atómicas: H = 1; O = 16; Na = 23

19. 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:
- a) KBr
  - b)  $\text{Li}_2\text{CO}_3$
  - c)  $\text{Na}_2\text{S}$
  - d)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$