

PROBLEMAS PROPUESTOS DE ÁCIDOS Y BASES

1) Una disolución con una concentración inicial 1 molar de ácido acético (ácido etanoico) tiene una concentración en equilibrio de ion hidronio, H_3O^+ , $4,2 \cdot 10^{-3}$ molar. Calcula:

a) La constante de acidez K_a .

b) La concentración inicial de ácido necesaria para que el grado de disociación tenga un valor del 10%.

c) El pH de la disolución en este último caso.

(Solución: a) $K_a = 1,77 \cdot 10^{-5}$; b) $c_0 = 1,59 \cdot 10^{-3}$ M; c) $pH = 3,8$)

2) Calcular el pH de la disolución que resulta al mezclar 100 mL de una disolución 0,1 M de HCl con 60 mL de una disolución 0,2 M de NaOH.

(Solución: $pH = 12,1$)

3) El efluente residual de una empresa de tratamiento de superficies metálicas contiene un 0,2% en masa de ácido sulfúrico, debiendo ser neutralizado mediante la adición de hidróxido de sodio. Concretamente, se pretenden tratar 125 litros de la corriente residual ácida con una disolución de hidróxido de sodio 2,5 M. Calcula:

a) El volumen de disolución de hidróxido de sodio 2,5 M que es preciso utilizar para la neutralización completa de efluente residual.

b) El pH de la disolución resultante si se añaden 50 ml más de los necesarios de la disolución de hidróxido de sodio.

DATOS. La densidad de la corriente residual es $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

(Solución: a) 2,04 L; b) $pH = 11$)

4) Una disolución de sulfato de amonio tiene $pH = 4$. Calcula la concentración de las especies presentes en la disolución sabiendo que la constante de ionización del amoniaco es $1,7 \cdot 10^{-5}$.

Dato: $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$.



(Solución: Concentraciones: ion amonio, 16,95 M; amoníaco e hidronio, 10^{-4} M)

5) Calcula el pH del agua de una piscina de 75 m^3 de volumen a la que se han añadido 150 g de hipoclorito de sodio. La constante de disociación del ácido hipocloroso es $3,0 \cdot 10^{-8}$.

Dato. Producto iónico del agua: $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$.

(Solución: $pH = 8,5$)

6) El ácido láctico es el responsable de las agujetas que padecemos después de realizar un ejercicio físico intenso sin estar acostumbrados a ello. Desde el punto de vista químico, se trata de un ácido débil que podemos indicar como HL. Al medir el pH de una disolución 0,05 M de este ácido, se obtiene un valor de 2,59. Calcula:

a) La concentración de H^+ de la disolución.

b) El valor de su constante de acidez.

c) La concentración de OH^- de la disolución.

(Solución: a) $[H_3O^+] = 2,57 \cdot 10^{-3}$ M ; b) $K_a = 1,39 \cdot 10^{-4}$;

c) $[OH^-] = 3,89 \cdot 10^{-12}$ M)

7) Una disolución acuosa de amoníaco de uso doméstico tiene de densidad $0,85\text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ y 8% de NH_3 en masa.

a) Calcula la concentración molar de amoníaco en dicha disolución.

b) Si la disolución anterior se diluye diez veces; calcula el pH de la disolución resultante.

c) Determina las concentraciones de todas las especies (NH_3 , NH_4^+ , H^+ y OH^-) en la disolución diluida diez veces.

(Solución: a) 4 M ; b) $pH = 11,43$; c) $[NH_4^+] = [OH^-] = 2,7 \cdot 10^{-3}$ M ;

$[NH_3] = 0,397$ M ; $[H^+] = 3,7 \cdot 10^{-12}$ M)

8) Se disuelven 37,75 g de hipoclorito de calcio en agua hasta tener 500 mL de disolución. Cuando se alcanza el equilibrio, la sal presenta un grado de hidrólisis de $1 \cdot 10^{-3}$. Calcula el pH de la disolución y la K_a del ácido hipocloroso.



(Solución: $K_a = 9,46 \cdot 10^{-9}$; $pH = 11$)

9) Una botella de reactivo contiene una disolución acuosa de ácido sulfúrico, diluido, al 49% en masa, que presenta una densidad de $1,15 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. ¿Cuál es la molaridad del ácido? ¿Cuál es el pH de la disolución?

Dato: 2ª constante de acidez del SO_4^{2-} , $K_{a_2} = 1,2 \cdot 10^{-2}$.

(Solución: 5,75 M; $pH = 0,76$)

10) Una disolución de un ácido débil 0,1 M tiene el mismo pH que una disolución de HCl, $5,49 \cdot 10^{-3}$ M. Calcula:

- El pH de la disolución.
- La constante de ionización del ácido débil.
- El grado de disociación del ácido débil.

(Solución: a) $pH = 2,26$; b) $K_a = 3,2 \cdot 10^{-4}$; c) 5,5%)

11) ¿Qué variación de pH se producirá al añadir 10 mL de NaOH, 0,15 M a medio litro de agua pura?

Dato. $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$

(Solución: Variación $pH = 4,47$)

12) Se prepara una disolución disolviendo 4 g de NaOH en 250 mL de agua.

- Calcula el pH de la disolución.
- Si ahora se diluye la disolución anterior hasta 2000 mL, ¿cuál será el nuevo pH ?
- Si ahora se le añade 500 mL de disolución 0,5 M de ácido sulfúrico, ¿cuál es el pH de la disolución resultante?
- Calcula el volumen de disolución 0,1 M de ácido sulfúrico necesario para neutralizar 50 mL de la disolución inicial.

(Solución: a) $pH = 13,6$; b) $pH = 12,7$; c) $pH = 0,8$; d) 100 mL)



13) ¿Qué volumen de una disolución de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ de $\text{pH} = 14$ será necesario para preparar un litro de otra de $\text{pH} = 12$ y cuántos mg de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ por litro tendrá esta última?

(Solución: 10 mL y 0,8565 g)

14) Calcula el pH y el grado de disociación del ácido acético en una disolución que es simultáneamente 0,1 M en ácido acético y 0,05 M en ácido clorhídrico.

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

(Solución: $\text{pH} = 1,3$)

15) El ácido benzoico ($\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOH}$) tiene una constante de acidez $K_a = 6,3 \cdot 10^{-5}$.

a) Calcula la concentración de todas las especies en equilibrio si la disolución tiene un pH de 3,5.

b) ¿Qué masa de dicho ácido se debe disolver en 500 ml de agua para obtener una disolución con ese pH ?

(Solución: a) $[\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOH}] = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$; $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COO}^-] = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ M}$;

b) 0,098 g)

16) Una central térmica de producción de energía eléctrica libera 5 toneladas de dióxido de azufre por hora a la atmósfera. En días húmedos, el SO_2 liberado reacciona con el oxígeno atmosférico y con el agua produciendo ácido sulfúrico.

A cierta distancia de la central térmica existe una laguna con un volumen de 5 Hm^3 . Un 1% de todo el SO_2 producido durante un día precipita en forma de ácido sulfúrico sobre la laguna. Hallar el pH de la laguna después de producirse la lluvia ácida. Debe suponerse que el ácido sulfúrico está completamente disociado en el agua.

(Solución: $\text{pH} = 5,125$)

17) Se prepara una disolución de ácido acético añadiendo agua hasta que el $\text{pH} = 3,0$. El volumen final de la disolución es 0,400 L. Calcula:



a) La concentración molar del ácido en la disolución y la cantidad de ácido que contenía la misma.

b) El grado de disociación. Escriba el equilibrio que tiene lugar.

c) El volumen de disolución 1,00 M de hidróxido de sodio necesario para neutralizar totalmente la disolución.

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

(Solución: a) $5,66 \cdot 10^{-2}$ M y 1,36 g ; b) 1,77% ; c) 22,6 mL)

18) El azul de bromotimol es un indicador ácido-base. Cuando en la disolución hay un 90,9% o más, de la forma molecular no ionizada, la disolución es claramente del color amarillo. En cambio, es suficiente la presencia de un 80,0% de la forma ionizada para que la disolución sea claramente del color azul.

a) Determine el intervalo de pH para el viraje del color del indicador.

b) Si se mezclan 20 mL de ácido clorhídrico 0,03 M con 50 mL de hidróxido de sodio 0,01 M y se le añaden unas gotas del indicador azul de bromotimol, indique razonadamente cuál será el color de la disolución.

Dato. La constante de acidez del azul de bromotimol es: $K_a = 1,0 \cdot 10^{-7}$ a 25°C.

(Solución: a) Entre 6 y 7,6 de pH ; b) Amarillo)

19) En un laboratorio se tienen dos matraces, uno conteniendo 15 mL de HCl cuya concentración es 0,05 M y el otro 15 mL de ácido etanoico de concentración 0,05 M. Calcula:

a) El pH de cada una de las dos disoluciones;

b) El volumen de agua que debe añadirse a la disolución más ácida para que el pH de las dos sea el mismo.

Dato. $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

(Solución: a) $pH(\text{HCl}) = 1,3$, $pH(\text{ácido acético}) = 3,02$; b) 774 mL)

20) Se quiere preparar una disolución de ácido clorhídrico 0,10 M a partir de una disolución de ácido clorhídrico comercial contenido en un frasco en cuya etiqueta se lee



que la densidad es aproximadamente 1,19 g/mL y de riqueza aproximada 37% en masa.

a) Hallar la cantidad necesaria del ácido comercial para preparar 500 mL de disolución 0,1 M.

Al ser aproximados los datos recogidos en la etiqueta del frasco de ácido clorhídrico, hay que asegurarse de que la concentración es correcta, para lo que se toma una muestra de 0,150 g de carbonato de sodio anhidro, se disuelve en agua y se valora con la disolución ácida. En el punto final se han consumido 25,9 mL de disolución de ácido clorhídrico 0,1 M.

b) Describe con detalle el procedimiento experimental para realizar la valoración.

c) ¿Qué error se ha cometido a la hora de preparar la disolución?

A la hora de realizar la valoración se ha dudado en la elección del indicador entre la fenolftaleína que vira de incoloro a rojo en el intervalo de pH de 8 a 10 o el verde de bromocresol que vira de amarillo a azul en el intervalo de pH de 4 a 6.

d) ¿Qué indicador es el adecuado para detectar correctamente el punto final de la valoración?

(Solución: a) 4,1 mL; c) 8,3%; d) Verde de bromocresol)

21)

a) Se quiere preparar 1 000,0 mL de una disolución acuosa 0,500 M de amoníaco a partir del contenido de una botella del laboratorio, en cuya etiqueta figuran: densidad = 0,904 g/mL ; tanto por ciento en masa igual al 25%; ¿qué volumen de disolución amoniacal deberá utilizarse? ¿Y de agua? Supón que la disolución es ideal.

b) Calcula las concentraciones de todas las especies presentes en la disolución de amoníaco preparada en a) si se valora con ácido nítrico cuando:

b1) No se haya añadido ácido.

b2) Se hayan añadido 5,45 g de ácido.

b3) Se hayan añadido 32,5 g de ácido.



Dato. $K_b(\text{NH}_3) = 1,76 \cdot 10^{-5}$.

(Solución: a) 37,6 mL de amoníaco; b1) $[\text{OH}^-] = [\text{NH}_4^+] = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$;

$[\text{NH}_3] = 0,497 \text{ M}$; b2) $[\text{OH}^-] = [\text{NH}_4^+] = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ M}$; $[\text{NH}_3] = 0,410 \text{ M}$; b3) $[\text{NH}_3] = 0 \text{ M}$;

$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{NO}_3^-] = 0,016 \text{ M}$)

22) Algunas lejías de uso doméstico son disoluciones acuosas al 5% en masa de hipoclorito de sodio que está totalmente dissociado en disolución. El ácido hipocloroso tiene un pK_a de 7,5.

a) ¿Cuál es la molaridad del hipoclorito de sodio en la lejía?

b) Formula la reacción del anión hipoclorito, $\text{ClO}^- (aq)$, en agua. Escribe la expresión de la constante de equilibrio de esa reacción. ¿Qué símbolo se suele emplear para designar la constante de equilibrio de una reacción como esta? ¿Cuál es el valor numérico de la constante de equilibrio? Explica las respuestas.

c) Calcular el pH de la lejía.

d) Si se desea cambiar el pH de la lejía a 6,5 ¿habría que añadir hidróxido de sodio o ácido clorhídrico? Explica la respuesta.

e) En una lejía cuyo pH se ha ajustado a 6,5 ¿cuál es el cociente entre base y ácido conjugado?

Datos. Se supone que la lejía tiene la densidad del agua. $pK_w = 14$.

(Solución: a) 0,67 M; c) $pH = 10,67$; d) Ácido clorhídrico; e) 1/10)

23) Una disolución acuosa de ácido acético 0,01 M está dissociada en un 4,2%.

Calcula:

a) Su constante de ionización.

b) La concentración de ácido clorhídrico a preparar para tener un pH igual al de la disolución problema.

(Solución: a) $K_a = 1,84 \cdot 10^{-5}$; b) $4,2 \cdot 10^{-4} \text{ M}$)



24) Considerando los valores de K_a de los ácidos HCN ; C_6H_5COOH ; $HClO_2$ y HF conteste razonadamente a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el orden de mayor a menor acidez en agua?
- A igual concentración, ¿cuál de ellos presenta una disolución acuosa con menor pH ?
- Utilizando en equilibrio en disolución acuosa, ¿cuáles son sus bases conjugadas?
- Ordena las bases conjugadas de mayor a menor basicidad.

Datos. K_a (aproximado): $HCN = 10^{-10}$; $C_6H_5COOH = 10^{-5}$; $HClO_2 = 10^{-2}$ y $HF = 10^{-4}$.

25) Una muestra de 20 mL de una disolución de NaOH 0,5 M se mezcla con otra de 10 mL de NaOH 0,25 M. Calcula:

- El pH de la disolución resultante.
- El volumen de HCl del 20% de riqueza y densidad $1,056 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ necesario para neutralizar la disolución obtenida.
- La concentración de la disolución de HCl expresada en molaridad y g/L.

(Solución: a) 13,62; b) 2,2 mL; c) 5,8 M y 211 g/L)

26) 25 mL de una solución de un ácido monoprótico débil, HX, ha sido valorada con una solución de NaOH 0,0640 M, requiriendo 18,22 mL. El pH de la solución varía en función del porcentaje de HX valorado. La recolección de estos datos, son:

% tratado	0	33,3%	66,7%
pH	3,39	5,14	5,74

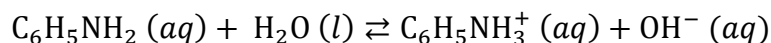
- Calcula la concentración inicial del ácido débil en 25 mL de solución.
- Determina el valor de K_a para dos de estas tres condiciones.
- Calcula el pH en el punto de equivalencia de esta valoración y escribe la ecuación química que lo justifique.



d) Calcula el número de moles de la sal NaX, que deben añadirse para producir un $pH = 6,00$ en 150 mL de la solución original.

(Solución: a) 0,0466 M; b) K_a (0% valorado) = $3,59 \cdot 10^{-6}$; K_a (33% valorado) = $3,61 \cdot 10^{-6}$; K_a (66% valorado) = $3,65 \cdot 10^{-6}$; c) 8,93; d) 0,0253)

27) La anilina, $C_6H_5NH_2$, reacciona con el agua de acuerdo con la ecuación:



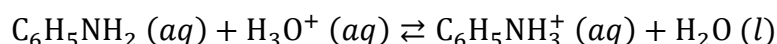
En una solución acuosa de anilina 0,180 M la $[OH^-] = 8,80 \cdot 10^{-6}$ M.

a) Escribir la expresión de la constante de equilibrio para esta reacción.

b) Determina el valor de la constante de ionización básica, K_b , para $C_6H_5NH_2 (aq)$.

c) Calcular el porcentaje de ionización de la $C_6H_5NH_2$ en esta solución.

d) Determina el valor de la constante de equilibrio para la reacción de neutralización:



e)

e1) Hallar el cociente

$$\frac{C_6H_5NH_3^+ (aq)}{C_6H_5NH_2 (aq)}$$

necesario para producir un pH de 7,75.

e2) Calcular el volumen de HCl 0,050 M que se necesita añadir a 250 mL de $C_6H_5NH_2$, 0,180 M, para alcanzar este ratio.

(Solución: b) $4,30 \cdot 10^{-10}$; c) $4,9 \cdot 10^{-3}$; d) $4,30 \cdot 10^4$; e1) $7,65 \cdot 10^{-4}$;

e2) 0,688 mL)

28) El ácido butanoico, C_3H_7COOH , es un ácido monoprótico con $K_a = 1,51 \cdot 10^{-5}$.

Una muestra de 35 mL del ácido butanoico 0,500 M se ha valorado con 0,200 M de KOH.



- a) Calcular la $[H^+]$ en la solución original de ácido butanoico.
- b) Calcular el pH después de añadirse 10 mL de KOH.
- c) Determina el pH a la mitad del punto de equivalencia de la valoración.
- d) Hallar el volumen la solución de KOH necesaria para alcanzar el punto de equivalencia de la neutralización.
- e) Hallar el pH en el punto de equivalencia.

(Solución: a) $2,75 \cdot 10^{-3}$ M; b) 3,93; c) 4,82; d) 87,5 mL; e) 8,99)

29) El ácido fórmico (ácido metanoico) es un líquido claro, de olor picante y penetrante, presente en el líquido de la picadura de las hormigas. Soluble en agua, alcohol y éter; es más ligero que el aire y se evapora más rápido que el agua. Sus vapores son letales para los ácaros por lo que se utiliza como acaricida, utilizando para ello dispositivos que permiten regular la evaporación del ácido.

a) Calcule la constante de acidez del ácido fórmico sabiendo que una disolución de ácido fórmico de 10 g/L tiene un $pH = 2,2$.

Una botella de ácido fórmico comercial, del 85,0% en masa y densidad 1,195 g/mL, se dejó destapada accidentalmente durante varios días, por lo que para determinar la concentración correcta de la disolución se procede a su valoración con hidróxido de sodio. Para ello se toman 5,0 mL del ácido fórmico comercial, se echa en un Erlenmeyer y se diluyen con 20 mL de agua destilada. En el punto final de la valoración se han consumido 84,7 mL de la disolución de hidróxido de sodio 1,0 M.

- b) ¿Cuál es la concentración molar actual de la disolución de la botella?
- c) ¿Qué porcentaje del ácido inicial se ha evaporado?

A la hora de realizar la valoración se ha dudado en la elección del indicador entre azul de timol que vira de amarillo a azul en el intervalo de pH de 8,0 a 9,6 o el rojo de metilo que vira de rojo al amarillo en el intervalo de pH de 4,2 a 6,2.

d) ¿Qué indicador es el adecuado para detectar correctamente el punto final de la valoración?

(Solución: a) $1,9 \cdot 10^{-4}$; b) 16,94 M; c) 19,8%; d) Azul de timol)



30) Calcúlese el pH de una disolución 0,2 M de un ácido monoprótico de $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$ que es 0,85 M en la sal potásica del ácido. Ejemplo: ácido acético y acetato de potasio.

(Solución: 5,3)

