

Reacciones ácido-base

RESOLUCIÓN DE CUESTIONES

Cuestión 1

- Defina el concepto de ácido y base según Arrhenius.
- Clasifique, según la definición anterior, las siguientes especies escribiendo su disociación en agua: H_2SO_4 , H_3PO_4 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, HClO_3 y NaOH .

Cuestión 2

Indique, razonadamente, para las siguientes especies: H_2O , HS^- , HPO_4^{2-} , HSO_4^-

- Cuál es el ácido conjugado de cada una.
- Cuál es la base conjugada de cada una.

Cuestión 3

- Justifique el carácter ácido y/o básico de las siguientes sustancias de acuerdo con la teoría de Brønsted-Lowry: NH_3 , HNO_2 , OH^- , HCO_3^- y CO_3^{2-} .
- ¿Es lo mismo ácido fuerte que ácido concentrado? Razone la respuesta.

Cuestión 4

- Clasifique en ácidos y bases, según la teoría de Brønsted-Lowry, las siguientes especies químicas: PO_4^{3-} , NH_4^+ y F^- , escribiendo la reacción que tiene lugar al disolverlas en agua.
- Indique el par conjugado en cada caso.

Cuestión 5

- Escriba las ecuaciones que justifican el comportamiento como ácido o base en medio acuoso, según la teoría de Brønsted-Lowry, de las especies: HBrO , CN^- , OH^- , CH_3NH_3^+ , HSO_3^- .
- Indique el ácido o base conjugado de cada una de las especies anteriores.

Cuestión 6

Justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- Un ácido débil es aquél ácido cuyas disoluciones son diluidas.
- En las disoluciones de las bases débiles, éstas se encuentran totalmente disociadas.
- La disociación de un ácido fuerte en una disolución diluida es prácticamente total.

Cuestión 7

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.

- $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$
- $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons$
- $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons$

Cuestión 8

- Aplicando la teoría de Brønsted-Lowry, en disolución acuosa, razone si son ácidos o bases las especies HPO_4^{2-} y O^{2-} .
- Indique cuáles son las bases conjugadas de los ácidos H_3O^+ y HNO_2 .
- Indique cuáles son los ácidos conjugados de las bases Br^- y HSeO_4^- .

Cuestión 9

Complete los siguientes equilibrios ácido-base identificando, de forma razonada, los pares ácido-base conjugados:

- a) $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{S}^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$
b) $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} +$
c) $\text{I}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- +$

Cuestión 10

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

- a) $\text{CN}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightleftharpoons$
b) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons$
c) $\text{ClO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$

Cuestión 11

Dadas las siguientes especies químicas: O^{2-} , H_2SO_4 , HPO_4^{2-} , HClO_3 , y H_3BO_3 , justifique, según la teoría de Brönsted-Lowry:

- a) Cuáles pueden actuar sólo como ácidos.
b) Cuáles pueden actuar sólo como bases.
c) Cuáles pueden actuar como ácidos y como bases.

Cuestión 12

Dadas las especies en disolución acuosa: $(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2^+$, HCOOH , HS^- y NaOH

- a) Justifique el comportamiento como ácido y/o base de cada una de ellas según la teoría de Brönsted-Lowry.
b) Indique cuál es el par conjugado en cada caso.

Cuestión 13

Justifique si las siguientes afirmaciones son correctas:

- a) El ion HSO_4^- puede actuar como ácido según la teoría de Arrhenius.
b) El ion CO_3^{2-} es una base según la teoría de Brönsted-Lowry.

Cuestión 14

De acuerdo con la teoría de Brönsted-Lowry, indique cuáles de las siguientes especies: HSO_4^- , HNO_3 , S^{2-} , NH_3 , H_2O y H_3O^+ .

- a) Actúan sólo como ácido.
b) Actúan sólo como base.
c) Actúan como ácido y base.

Cuestión 15

Se tienen disoluciones acuosas de concentración 0'1 M de los siguientes compuestos: NH_3 , KNO_3 , NH_4Cl y HNO_3 .

- a) Ordénelas según el valor creciente de su pH. Razone la respuesta.
b) Indique si se puede formar con algunas de ellas una disolución reguladora de pH.

Cuestión 16

Razone que ocurrirá con el pH cuando:

- a) Se añade agua a una disolución de un ácido fuerte.
b) Se añade agua a una disolución de base fuerte.

Cuestión 17

Explique cuál o cuáles de las siguientes especies químicas, al disolverse en agua, formará disoluciones con pH menor que siete.

- a) H_3AsO_4
- b) Na_2CO_3
- c) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Cuestión 18

En 500 ml, de una disolución acuosa 0'1 M de NaOH. Estime:

- a) La concentración de iones OH^- .
- b) La concentración de iones H_3O^+ .
- c) El pH de la disolución.

Cuestión 19

En 300 mL de una disolución acuosa 0'1 M de HCl. Estime:

- a) La concentración de H_3O^+ .
- b) La concentración de OH^- .
- c) El pOH de la disolución.

Cuestión 20

De los ácidos débiles, benzoico ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) y cianhídrico (HCN), el primero es más fuerte que el segundo.

- a) Escriba sus reacciones de disociación en agua explicando cuáles son sus bases conjugadas.
- b) Indique razonadamente cuál de las dos bases conjugadas es la más fuerte.

Cuestión 21

De las bases débiles $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ (trimetilamina) y $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ (piridina), la primera es más fuerte que la segunda.

- a) Escriba sus reacciones de disociación en agua, especificando cuáles son sus ácidos conjugados.
- b) Indique razonadamente cuál de los dos ácidos conjugados es el más fuerte.

Cuestión 22

Razone la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

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

Cuestión 23

- a) ¿Qué significado tienen los términos fuerte y débil referidos a un ácido o a una base?
- b) Si se añade agua a una disolución de pH = 4, ¿qué ocurre con la concentración de H_3O^+ ?

Cuestión 24

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

- a) El ácido HA es más fuerte que HB.
- b) El valor de la constante de disociación del ácido HA es menor que el valor de la constante de disociación de HB.
- c) El pH de la disolución del ácido HA es mayor que el pH de la disolución del ácido HB.

Cuestión 25

- a) El pH de una disolución de un ácido monoprótico (HA) de concentración $5 \cdot 10^{-3}$ M es 2,3. ¿Se trata de un ácido fuerte o débil? Razone la respuesta.
- b) Explique si el pH de una disolución acuosa de NH_4Cl es mayor, menor o igual a siete.

Cuestión 26

Considere cuatro disoluciones A, B, C y D caracterizadas por: A: $\text{pH} = 4$; B: $[\text{OH}^-] = 10^{-14}$; C: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7}$ M; D: $\text{pOH} = 5$.

- a) Ordénelas de menor a mayor acidez.
- b) Indique cuáles son ácidas, básicas o neutras.

Cuestión 27

Considere cinco disoluciones A, B, C, D y E caracterizadas por: A: 50 mL, $\text{pH} = 2$; B: 100 mL, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4}$ M; C: 75 mL, $[\text{OH}^-] = 10^{-8}$; D: 10 mL, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2}$; E: 200 mL, $\text{pOH} = 3$.

- a) Ordénelas de menor a mayor basicidad.
- b) Indique cuáles son ácidas, básicas o neutras.

Cuestión 28

Si se mezclan y homogeneizan los pares de disoluciones que se indican ¿cuál sería el pH de las disoluciones resultantes?

- a) 10 mL de disolución a $\text{pH} = 2$ y 90 mL de agua pura.
- b) 1 mL de disolución a $\text{pH} = 11$ y 99 mL de agua pura.

Cuestión 29

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

- a) HCOONa
- b) K_2CO_3

Cuestión 30

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

- a) N_2H_4
- b) CaCl_2

Cuestión 31

- a) Al disolver una sal en agua, ¿se puede obtener una disolución de pH básico? Razone la respuesta y ponga un ejemplo.
- b) ¿Y de pH ácido? Razone la respuesta y ponga un ejemplo.

Cuestión 32

Escriba la reacción de hidrólisis de las siguientes sales e indique si el pH resultante será ácido, básico o neutro:

- a) KCN
- b) CsNO_3
- c) NH_4Br

Cuestión 33

- a) Escriba el equilibrio de hidrólisis del ion amonio (NH_4^+), identificando en el mismo las especies que actúan como ácido o como base de Brønsted.
- b) Razone cómo variará la concentración de ion amonio al añadir una disolución de NaOH .
- c) Razone cómo variará la concentración de ion amonio al añadir una disolución de HCl .

Cuestión 34

Se preparan disoluciones acuosas de las siguientes sales:

- a) SrCl_2
- b) NH_4ClO_4
- c) Li_2CO_3

Indique razonadamente el carácter ácido, básico o neutro de las mismas.

Cuestión 35

Algunas sales al disolverse en agua originan disoluciones ácidas, otras disoluciones básicas y otras disoluciones neutras.

- a) Justifique este comportamiento.
- b) Escriba las ecuaciones químicas correspondientes a la disolución en agua de las sales CsNO_3 ; CH_3COOLi ; NH_4Br .

Cuestión 36

La fenolftaleína es un indicador ácido-base que cambia de incoloro a rosa en el intervalo de pH 8 (incoloro) a pH 9'5 (rosa). Qué color presentará el indicador en las siguientes disoluciones:

- a) Una disolución acuosa de nitrato de amonio, NH_4NO_3
- b) Una disolución de NaOH 10^{-3} M.

Razone las respuestas.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Problema 1

Calcule el pH de una disolución 0'1 M de:

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

Justifique las respuestas.

Problema 2

a) Calcule los gramos de NaOH que se necesitan para preparar 250 mL de una disolución acuosa de pH = 13.

b) Describa el material necesario y el procedimiento a seguir para preparar la disolución de NaOH.

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

Problema 3

a) Calcule el pH de 100 mL de disolución obtenida al disolver en agua 4'5 g de hidróxido de bario octahidratado.

b) Describa el material de laboratorio necesario y el procedimiento adecuado para preparar la disolución.

Datos. Masas atómicas: H = 1; O = 16; Ba = 127'3.

Problema 4

a) ¿Cuál es el pH de 50 mL de una disolución de HCl 0'5 M?

b) Si añadimos agua a los 50 mL de la disolución anterior hasta alcanzar un volumen de 500 mL, ¿cuál será el nuevo pH?

Problema 5

a) ¿Cuál es el pH de 50 mL de una disolución 0'1 M de NaOH?

b) ¿Cuál será el pH de la disolución que resulta al añadir agua a la anterior hasta que el volumen resultante sea diez veces mayor?

c) ¿Cuál será el pH de 100 mL de una disolución 0'01 M de HCl?

Problema 6

Se dispone de 80 mL de una disolución acuosa de NaOH 0'8 M. Calcule:

a) El volumen de agua que hay que añadir para que la concentración de la nueva disolución sea 0'5 M. Suponga que los volúmenes son aditivos.

b) El pH de la disolución 0'5 M.

Problema 7

Se mezclan 200 mL de una disolución 1 M de hidróxido de sodio con 150 mL de disolución 0'5 M de dicha base. Calcule:

a) La concentración, en gramos por litro, de la disolución resultante.

b) El pH de la misma.

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

Problema 8

a) Calcule los gramos de ácido acético CH_3COOH que se deben disolver en agua para obtener 500 mL de una disolución que tenga un pH = 2'72.

b) Describa el material y el procedimiento a seguir para preparar la disolución anterior.

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

Problema 9

Cuando se disuelven en agua 2'5 g de ácido un "HA" (monoprótico) hasta alcanzar un volumen de 250 mL, el pH de la disolución es igual a 4. Sabiendo que la masa molecular del ácido es 52'5 g:

- Calcule la constante de disociación.
- Describa el material de laboratorio y el procedimiento adecuado para preparar esta disolución.

Problema 10

Se añaden 7 g de amoníaco (NH_3) a la cantidad de agua necesaria para obtener 500 mL de disolución. Calcule:

- El grado de disociación del amoníaco.
- El pH de la disolución resultante.

Datos. $K_b = 1'8 \cdot 10^{-5}$. Masas atómicas: H = 1; N = 14.

Problema 11

A 15 g de ácido acético (CH_3COOH) se añade la cantidad suficiente de agua para obtener 500 mL de disolución. Calcule:

- El pH de la disolución que resulta.
- El grado de disociación del ácido acético.

Datos. $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1'8 \cdot 10^{-5}$. Masas atómicas: H = 1; C = 12; O = 16.

Problema 12

A 25°C, la constante del equilibrio: $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$ es $5'0 \cdot 10^{-4}$. Se añaden 7 gramos de metilamina a la cantidad de agua necesaria para obtener 500 mL de disolución. Calcule:

- El pH de la disolución.
- El grado de disociación de la metilamina.

Datos. Masas atómicas: H = 1; C = 12; N = 14.

Problema 13

Sabiendo que la constante de disociación (K_a) del ácido benzoico ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) tiene un valor de $6'3 \cdot 10^{-5}$, calcule para una disolución 0'01 M del mismo:

- El pH.
- El grado de disociación.

Problema 14

En una disolución acuosa de HNO_2 0'2 M, calcule:

- El grado de disociación del ácido.
- El pH de la disolución.

Dato. $K_a = 4'5 \cdot 10^{-4}$.

Problema 15

Se preparan 100 mL de disolución acuosa de HF que contienen 0'47 g de este ácido. Calcule:

- El grado de disociación del ácido fluorhídrico.
- El pH de la disolución.

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

Problema 16

En una disolución acuosa 0'01 M de ácido cloroacético (ClCH_2COOH), éste se encuentra disociado en un 31%. Calcule:

- a) La constante de disociación del ácido.
- b) El pH de esa disolución

Problema 17

Calcule:

- a) El pH de una disolución 0'1 M de un ácido monoprótico, HA, cuyo porcentaje de disociación es 1'33%.
- b) La constante de disociación, K_a , del ácido.

Problema 18

Se disuelven 23 g de ácido metanoico, HCOOH, en agua hasta obtener 10 litros de disolución. La concentración de iones H_3O^+ es 0'003 M. Calcule:

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

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

Problema 19

El pH de una disolución 0'05 M de un ácido monoprótico es 3. Calcule:

- a) El grado de disociación del ácido en esta disolución.
- b) El valor de la constante de disociación, K_a , del ácido.

Problema 20

La concentración de una disolución de un ácido débil monoprótico (HA) cuya constante de disociación a 25 °C es $2'8 \cdot 10^{-7}$ es 0'1 M.

- a) Calcule las concentraciones en el equilibrio de las distintas especies químicas en la disolución.
- b) Indique el material necesario para preparar 100 mL de la disolución anterior, si se dispone de un recipiente de un litro de disolución de HA 1 M.

Problema 21

La constante K_b del NH_3 , es igual a $1'8 \cdot 10^{-5}$ a 25 °C. Calcule:

- a) La concentración de las especies iónicas en una disolución 0'2 M de amoníaco.
- b) El pH de la disolución y el grado de disociación del amoníaco.

Problema 22

- a) ¿Cuál es la concentración en HNO_3 de una disolución nítrica cuyo pH es 1?
- b) Describa el procedimiento e indique el material necesario para preparar 100 mL de disolución de HNO_3 10^{-2} M a partir de la anterior.

Problema 23

- a) Calcule el volumen de una disolución de NaOH 0'1 M que se requiere para neutralizar 13'70 mL de una disolución 0'25 M de HCl.
- b) Indique el procedimiento experimental a seguir y el material necesario para realizar la valoración anterior.

Problema 24

- a) ¿Cuántos gramos de hidróxido de potasio, KOH, se necesitan para preparar 250 mL de una disolución acuosa de pH = 13?
 - b) Calcule los mL de una disolución 0'2 M de ácido clorhídrico que serán necesarios para neutralizar 50 mL de la disolución indicada en el apartado anterior.
 - c) Describa el procedimiento experimental que seguiría para realizar esta neutralización.
- Datos. Masas atómicas: H = 1; O = 16; K = 39

Problema 25

Sabiendo que la concentración de HCl de un jugo gástrico es 0'15 M. Determine:

- ¿Cuántos gramos de HCl hay en 100 mL de ese jugo?
- ¿Qué masa de hidróxido de aluminio, $\text{Al}(\text{OH})_3$, será necesaria adicionar para que reaccionen con los 100 mL del ácido anterior?

Datos. Masas atómicas: H = 1; O = 16; Al = 27; Cl = 35'5.

Problema 26

Una disolución acuosa de ácido clorhídrico tiene una riqueza en peso del 35 % y una densidad de 1'18 g/cm^3 . Calcule:

- El volumen de esa disolución que debemos tomar para preparar 500 mL de disolución 0'2 M de HCl.
- El volumen de disolución de NaOH 0'15 M necesario para neutralizar 50 mL de la disolución diluida del ácido.

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

Problema 27

- Escriba la reacción de neutralización del hidróxido de potasio con una disolución de ácido nítrico.
- ¿Qué volumen de una disolución 0'1 M de ácido nítrico se necesitará para neutralizar 50 mL de una disolución 0'05 M de hidróxido de potasio?
- Describa el procedimiento e indique el material necesario para llevar a cabo la valoración anterior.

Problema 28

En la etiqueta de un frasco comercial de ácido clorhídrico se especifican los siguientes datos: 32 % en peso, densidad 1'14 $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$. Calcule:

- El volumen de disolución necesario para preparar 300 mL de HCl 0'3 M
- El volumen de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0'4 M necesario para neutralizar 100 mL de la disolución 0'3 M de HCl.

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

Problema 29

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. Calcule:

- ¿El pH de cada disolución?
- ¿El pH tendrá una disolución obtenida al mezclar 50 mL de cada una?

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

Problema 30

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

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

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

Problema 31

De un frasco que contiene el producto comercial "agua fuerte" (HCl del 25 % en peso y densidad 1'09 $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$), se toman con una pipeta 20 mL y se vierten en un matraz aforado de 200 mL, enrasando con agua hasta ese volumen. Calcule:

- El pH de la disolución diluida.

b) ¿Qué volumen de una disolución de KOH 0'5 M será necesario para neutralizar 20 mL de la disolución diluida?

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

Problema 32

Calcule:

a) El pH de una disolución de HClO₄ 0'02 M y el de otra disolución de LiOH 0'025 M.

b) El pH de la disolución que resulta al mezclar 120 mL de la primera disolución con 100 mL de la segunda disolución (se considera que los volúmenes son aditivos).

Problema 33

Se disuelven 5 g de Ca(OH)₂ en agua suficiente para preparar 300 mL de disolución. Calcule:

a) La molaridad de la disolución y el valor del pH.

b) La molaridad de una disolución de HBr de la que 30 mL de la misma son neutralizados con 25 mL de la disolución de la base.

Datos. Masas atómicas: H = 1; O = 16; Ca = 40.

Problema 34

Calcule:

a) El pH de una disolución 0'03 M de ácido selénico, H₂SeO₄, y el de una disolución 0'05 M de CsOH.

b) El pH de la disolución que resulta al mezclar 50 mL de cada una de las disoluciones anteriores (suponga que los volúmenes son aditivos).

Problema 35

Calcule:

a) El pH de una disolución 0'02 M de ácido nítrico y el de una disolución 0'05 M de clorhídrico.

b) El pH de la disolución que resulta al mezclar 75 mL de la disolución del HNO₃ con 25 mL de la disolución de HCl. Suponga los volúmenes aditivos.

Problema 36

Se tienen 25 mL de una disolución 0'4 M de KOH y 55 mL de otra disolución 0'3 M de NaOH.

Calcule:

a) El pH de cada disolución.

b) El pH de la disolución resultante de mezclar ambas disoluciones.

Problema 37

En 50 mL de una disolución acuosa de HCl 0,05 M se disuelven 1,5 g de NaCl. Suponiendo que no se altera el volumen de la disolución, calcule:

a) La concentración de cada uno de los iones.

b) El pH de la disolución.

Datos. Masas atómicas: Na = 23; Cl = 35,5.