HOJA DE EJERCICIOS · QUÍMICA · 2.º DE BACHILLERATO · SELECTIVIDAD

Disoluciones reguladoras

Intenta cada ejercicio por tu cuenta, en el hueco de debajo. Las soluciones, paso a paso, están al final de la hoja. La teoría, los ejemplos explicados y un test rápido están en la guía: **metodonmv.com/profesores-clases-quimica/disoluciones-reguladoras/**

1 ¿Cuáles de estas mezclas forman una disolución reguladora: $\mathrm{HCl} + \mathrm{NaCl}$; $\mathrm{HF} + \mathrm{NaF}$; $\mathrm{NH_3} + \mathrm{NH_4Cl}$; $\mathrm{NaOH} + \mathrm{NaCl}$?

2 Calcula el pH de un tampón con ácido fórmico $0{,}30$ M y formiato de sodio $0{,}15$ M. $\mathrm{p}K_a = 3{,}75$.

3 ¿Qué proporción $[\mathrm{A^-}]/[\mathrm{HA}]$ hace falta para un tampón de $\mathrm{pH} = 4{,}25$ con $\mathrm{p}K_a = 4{,}75$?

4 Un tampón es $0{,}50$ M en $\mathrm{NH_3}$ y $0{,}50$ M en $\mathrm{NH_4Cl}$ ($\mathrm{p}K_b = 4{,}75$). Calcula su pH.

5 A un litro del tampón anterior se añaden $0{,}020$ mol de NaOH sólido (sin variar el volumen). Calcula el nuevo pH.

6 ¿Qué volumen de NaOH $0{,}10$ M hay que añadir a 100 mL de ácido acético $0{,}10$ M para obtener un tampón con $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_a$?

7 En la sangre, $\mathrm{pH} = 7{,}40$ y $[\mathrm{HCO_3^-}] = 24$ mmol/L. Con $\mathrm{p}K_a = 6{,}1$, calcula el $\mathrm{CO_2}$ disuelto.

8 SELECTIVIDAD DE MADRID · QUÍMICA · ORDINARIA 2025

El ácido butanoico ($\mathrm{C_3H_7COOH}$) es un ácido monoprótico débil que se utiliza en muchas aplicaciones de la vida cotidiana. A 25 °C se preparan 250 mL de una disolución $0{,}250$ M de este ácido con $\mathrm{pH} = 2{,}72$.

(El apartado a) pide el porcentaje de disociación y el $\mathrm{p}K_a$; el b), comparar el pH con el de una disolución de butanoato de sodio.)

c) (0,5 puntos) Justifique si se formaría una disolución reguladora al mezclar la disolución del enunciado con una disolución de butanoato de sodio ($\mathrm{C_3H_7COONa}$).

9

EJERCICIO DEL ESTILO DE SELECTIVIDAD DE MADRID

Se mezclan 100 mL de amoníaco $0{,}20$ M con 100 mL de cloruro de amonio $0{,}10$ M. **a)** Justifique que se forma una disolución reguladora y calcule su pH. **b)** Calcule el pH tras añadir 10 mL de HCl $0{,}10$ M. Dato: $\mathrm{p}K_b(\mathrm{NH_3}) = 4{,}75$.

10

EJEMPLO DE LA GUÍA: REHAZLO SIN MIRAR

Calcula el pH de una disolución que contiene ácido acético $0{,}20$ M y acetato de sodio $0{,}10$ M. Dato: $\mathrm{p}K_a(\mathrm{CH_3COOH}) = 4{,}75$.

¿Se atasca con estos ejercicios? Reserva una llamada de 15 minutos y vemos dónde se pierde. Tú eliges día y hora.

metodonmv.es/llamada
o WhatsApp 611 60 89 98

SOLUCIONES

Disoluciones reguladoras

1 Forman tampón $\mathrm{HF} + \mathrm{NaF}$ (ácido débil y su base conjugada) y $\mathrm{NH_3} + \mathrm{NH_4Cl}$ (base débil y su ácido conjugado). HCl y NaOH son fuertes, y sus mezclas con una sal neutra no hacen tampón.

2 $\mathrm{pH} = 3{,}75 + \log \dfrac{0{,}15}{0{,}30} = 3{,}75 - 0{,}30 = 3{,}45.$

3 $4{,}25 = 4{,}75 + \log \dfrac{[\mathrm{A^-}]}{[\mathrm{HA}]} \Rightarrow \log \dfrac{[\mathrm{A^-}]}{[\mathrm{HA}]} = -0{,}50.$

$\dfrac{[\mathrm{A^-}]}{[\mathrm{HA}]} = 10^{-0{,}50} = 0{,}32.$

4 Con las dos reservas iguales, $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_a(\mathrm{NH_4^+}) = 14 - 4{,}75 = 9{,}25.$

5 Moles iniciales: $0{,}50$ de $\mathrm{NH_3}$ y $0{,}50$ de $\mathrm{NH_4^+}$. El NaOH reacciona con el amonio: $\mathrm{NH_4^+} + \mathrm{OH^-} \rightarrow \mathrm{NH_3} + \mathrm{H_2O}$.

Después: $\mathrm{NH_4^+} = 0{,}48$ mol y $\mathrm{NH_3} = 0{,}52$ mol. $\mathrm{pH} = 9{,}25 + \log \dfrac{0{,}52}{0{,}48} = 9{,}25 + 0{,}03 = 9{,}28.$

6 Moles de ácido: $0{,}100 \cdot 0{,}10 = 0{,}010$ mol. Para que $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_a$ hay que convertir la mitad en acetato: $0{,}0050$ mol de NaOH.

$V = \dfrac{0{,}0050}{0{,}10} = 0{,}050$ L, es decir, 50 mL.

7 $7{,}40 = 6{,}1 + \log \dfrac{24}{[\mathrm{CO_2}]} \Rightarrow \log \dfrac{24}{[\mathrm{CO_2}]} = 1{,}30 \Rightarrow \dfrac{24}{[\mathrm{CO_2}]} = 20.$

$[\mathrm{CO_2}] = \dfrac{24}{20} = 1{,}2$ mmol/L.

8 **Sí**, se forma una disolución reguladora. La mezcla contendría un **ácido débil** (el butanoico, $\mathrm{C_3H_7COOH}$) y una **sal de su base conjugada** (el butanoato de sodio, que aporta $\mathrm{C_3H_7COO^-}$), y esa es justo la composición de un tampón.

Por qué hace falta nombrar las dos: con solo uno de ellos no habría tampón. Y que el ácido sea débil es importante: ya sabes por el apartado a) que se disocia menos del $1\ \%$, así que casi todo el ácido queda sin disociar y hace de reserva.

Ampliación (no se pedía). Con el $\mathrm{p}K_a = 4{,}83$ del apartado a), si mezclas volúmenes iguales de ácido $0{,}250$ M y de butanoato de sodio $0{,}250$ M, la proporción es 1 y $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_a = 4{,}83$.

Resultado: Sí es una disolución reguladora: ácido débil y sal de su base conjugada

9 **a)** La mezcla contiene una base débil (NH_3) y su ácido conjugado (NH_4^+, de la sal): es un tampón. Moles: $NH_3 = 0{,}100 \cdot 0{,}20 = 0{,}020$ mol y $NH_4^+ = 0{,}100 \cdot 0{,}10 = 0{,}010$ mol.

El pK_a del amonio es $14 - 4{,}75 = 9{,}25$. Con la proporción de moles (el volumen se simplifica):

$$pH = 9{,}25 + \log \frac{0{,}020}{0{,}010} = 9{,}25 + 0{,}30 = 9{,}55$$

b) El HCl aporta $0{,}010 \cdot 0{,}10 = 1{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol de H_3O^+, que reaccionan con el amoníaco: $NH_3 + H_3O^+ \rightarrow NH_4^+ + H_2O$.

Moles después: $NH_3 = 0{,}020 - 0{,}0010 = 0{,}019$ mol y $NH_4^+ = 0{,}010 + 0{,}0010 = 0{,}011$ mol.

Henderson otra vez:

$$pH = 9{,}25 + \log \frac{0{,}019}{0{,}011} = 9{,}25 + 0{,}24 = 9{,}49$$

Resultado: a) $pH = 9{,}55$ · **b)** $pH = 9{,}49$ (solo baja $0{,}06$)

10 Es una pareja ácido débil y su base conjugada: un tampón. El ácido es el acético, $[HA] = 0{,}20$ M, y la base es el acetato de la sal, $[A^-] = 0{,}10$ M.

Aplicas Henderson-Hasselbalch:

$$pH = 4{,}75 + \log \frac{0{,}10}{0{,}20} = 4{,}75 + \log 0{,}5 = 4{,}75 - 0{,}30 = 4{,}45$$

Sentido común: hay más ácido que base, así que el pH queda **por debajo** del pK_a. Si te sale por encima, has dado la vuelta a la fracción.

Resultado: $pH = 4{,}45$

¿Se atasca con estos ejercicios? Reserva una llamada de 15 minutos y vemos dónde se pierde. Tú eliges día y hora.

metodonmv.es/llamada
o WhatsApp 611 60 89 98