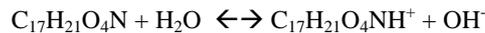


## EQUILIBRIO ACIDO BASE

- ¿Cuáles de las siguientes soluciones tiene el pH mas alto:
  - una solución 0.1M de un ácido fuerte o una solución 0.1 M de un ácido débil.
  - Una solución 0.1 M de un ácido con  $K_a = 2 \cdot 10^{-3}$  o uno con  $K_a = 8 \cdot 10^{-6}$
  - Una solución 0.1 M de una base con  $pK_b = 4.5$  o una con  $pK_b = 6.1$
- ¿Cuál es el pH de las siguientes disoluciones:
  - HCl  $5.0 \cdot 10^{-4}$  M,
  - HCl  $5.0 \cdot 10^{-8}$  M,
  - HCl  $5.0 \cdot 10^{-10}$  M.
- El ácido láctico es una sustancia que se acumula en la sangre y los músculos durante la actividad física. Una disolución acuosa 0.0284 M de este ácido está ionizada un 6.7%. Determinar el valor de  $K_a$  para el ácido láctico.
- La efedrina es un estimulante del sistema nervioso central, se usa en aerosoles nasales como descongestionante. Este compuesto es una base orgánica débil:
$$C_{10}H_{15}ON (ac) + H_2O (l) \rightleftharpoons C_{10}H_{15}ONH^+ (ac) + OH^- (ac)$$
El valor de  $K_b$  es  $1.4 \cdot 10^{-4}$ . ¿Qué pH esperaría usted para una solución 0.035 M de efedrina, si se supone que no hay otras sustancias presentes? ¿Cuál es el valor de la  $pK_a$  del ácido conjugado de la edefrina?
- El  $pK_b$  de la quinoleína  $C_9H_7N$  es 9.5. Este compuesto es una base débil que se utiliza como conservante de especímenes anatómicos y como fármaco antimalarial. La solubilidad de la quinoleína en agua a 25 °C es 0.6g/100mL. Determinar el pH de una disolución saturada de quinoleína en agua.
- La cocaína,  $C_{17}H_{21}O_4N$ , es un alcaloide. Los alcaloides se detectan por su sabor amargo, que es una indicación de sus propiedades básicas. La cocaína es soluble en agua hasta 0.17 g/100mL de disolución y la disolución saturada tiene un pH =10.08. Determinar  $K_b$  para la cocaína



- El ácido acetil salicílico,  $HC_9H_7O_4$ , es el componente activo de la aspirina. Causa el malestar de estómago que algunas personas sienten cuando toman aspirina. Dos tabletas de aspirina, con 500 mg de ácido acetil salicílico cada una, se disuelven en 325 mL de agua. ¿Cuál es el pH de esta disolución?



- El monoanión del monofosfato de adenosina (AMP) es un intermedio en el metabolismo de los fosfatos ( $A-HPO_4^- = AMP-OH^-$ , donde A = adenosina.). Si el  $pK_a$  de este anión es 7.21, ¿cuál es la proporción de  $[AMP-OH^-]$  respecto a  $[AMP-O^{2-}]$  en la sangre a pH 7.40?
- El ácido úrico es un producto final del metabolismo de ciertas sustancias biológicas. La gota es un desarreglo de las articulaciones debido a la precipitación de cristales de urato sódico.

Sabiendo que:



Determinar los valores de pH para los que  $[urato] > [ácido \text{ úrico}]$

Sol:  $pH > 3.89$

10. El ácido sulfúrico se comporta como un electrolito fuerte en la disociación del primer protón, siendo  $K_{a2} = 1.26 \cdot 10^{-2}$  la constante de disociación para el proceso:  
 $\text{HSO}_4^- \leftrightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$ . Dada una disolución 0.15 M en  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ¿cuáles serán las concentraciones de  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{H}^+$  en el equilibrio?
11. Si el pH de 2.54 cm de precipitación pluvial en un área de 388 km<sup>2</sup> es de 2.5, ¿cuántos kilogramos de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  están presentes, si se supone que este es el único ácido que contribuye al pH?
12. La constante de la ley de Henry para el  $\text{CO}_2$  en agua a 25 °C es  $3.1 \cdot 10^{-2}$  M/atm.  
 a) ¿Cuál es la solubilidad del  $\text{CO}_2$  en agua a esta temperatura si la solución está en contacto con aire a la presión atmosférica normal?  
 b) Suponga que todo este  $\text{CO}_2$  está en forma de  $\text{H}_2\text{CO}_3$  producido por la reacción entre el  $\text{CO}_2$  y el  $\text{H}_2\text{O}$ .  

$$\text{CO}_2 (\text{ac}) + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 (\text{ac})$$
 ¿cuál es el pH de esta disolución?  
 Datos: constantes del ácido carbónico:  $K_{a1} = 4.5 \cdot 10^{-7}$ ;  $K_{a2} = 4.7 \cdot 10^{-11}$   
 Sol: a)  $1.1 \cdot 10^{-5}$ ; b)  $[\text{H}^+] = 2 \cdot 10^{-6}$  M, pH = 5.71
13. Calcular las concentraciones de las especies presentes en las siguientes disoluciones, así como el grado de hidrólisis: a)  $\text{HCOOK}$  0.1 M;  $K_a(\text{HCOOH}) = 1.8 \cdot 10^{-4}$   
 b)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  0.2 M;  $K_b(\text{NH}_3) = 1.8 \cdot 10^{-5}$
14. Determinar la constante de hidrólisis de las sales  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{KCN}$  y  $\text{HCOOK}$ , sabiendo que el pH de sus disoluciones es: a)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0.2 M pH = 4.94  
 b)  $\text{KCN}$  0.01 M pH = 10.70  
 c)  $\text{HCOOK}$  0.1 M pH = 8.34
15. En el servicio de farmacia de un hospital se debe preparar un medicamento. Dicho medicamento debe estar en un medio tamponado a pH = 4.25. Se dispone de los siguientes productos:  
 -1 litro de disolución 0.1 M de un ácido débil HA,  $K_a = 4.2 \cdot 10^{-5}$   
 -un frasco de sal sólida, NaA  
 -un frasco de NaOH sólido  
 -1 litro de disolución 0.1 M NaA  
 ¿Cómo prepararía 100 cc de la mezcla amortiguadora de pH = 4.25? Como el problema refleja la realidad del laboratorio, la mezcla amortiguadora se puede preparar de diferentes formas.  
 Datos  $M_r(\text{NaA}) = 90.1$   
 Sol: a) 100 mL de HA 0.1M y 0.672 g de NaA sólido  
 b) 100 mL de HA 0.1M y 0.171 g de NaOH sólido  
 c) 57.2 mL de HA 0.1M y 42.8 mL de NaA 0.1 M
16. Si se tiene una disolución amortiguadora o tampón que contiene 1 mol de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  y 1 mol de  $\text{NH}_3$  por litro. Calcular:  
 a) El pH de dicha disolución.  
 b) El pH de la disolución después de añadir 0.1 mol de NaOH sólido.  
 c) El pH de la disolución después de añadir 0.1 mol de HCl gas.  
 Dato:  $K_b(\text{NH}_3) = 1.8 \cdot 10^{-5}$

17. El principal tampón extracelular, sangre y plasma intersticio, es el hidrógeno carbonato sódico, formado por el ácido carbónico y  $\text{NaHCO}_3$ .

¿Cuál es la proporción de  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{H}_2\text{CO}_3$  en la sangre de pH 7.4?

¿Cuál es la proporción en la sangre de un motorista agotado cuyo pH es 7.1?

Datos: constantes del ácido carbónico:  $K_{a1} = 4.5 \cdot 10^{-7}$ ;  $K_{a2} = 4.7 \cdot 10^{-11}$

Sol: 11; 5.4

18. En los líquidos intracelulares el sistema tampón mas importante es el de los fosfatos, constituido por el dihidrógenofosfato sódico y el hidrógenofosfato sódico. Un dato importante para la aplicación hospitalaria es el conocimiento del pH de estas mezclas. Bajo este punto de vista interesa calcular el pH de la siguiente disolución: 250 mL de ácido ortofosfórico 0.01M con 100mL de hidrogenofosfato sódico 0.25M.

Datos:  $K_{a1} = 7.1 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_{a2} = 6.2 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_{a3} = 4.4 \cdot 10^{-13}$

Sol: pH = 8.06

19. El cultivo de microorganismos, por ejemplo bacterias, tiene por objetivo el aislamiento, identificación... y asimismo, permite establecer la sensibilidad de la bacteria a los distintos antibióticos (antibiograma). Aunque muchos medios pueden ser adecuados para la iniciación del crecimiento, el posterior desarrollo de una población bacteriana puede estar severamente limitado por los cambios químicos. Para evitar cambios excesivos en la concentración de  $\text{H}_3\text{O}^+$ , con frecuencia se añade al medio un amortiguador.

Los amortiguadores a base de fosfatos son muy útiles porque son relativamente atóxicos para los microorganismos, proporcionan una fuente de fósforo, que es un elemento esencial para el crecimiento y porque químicamente proporcionan una acción amortiguadora en torno a la neutralidad.

Uno de estos microorganismos, genero *Legionella pneumophila*, causante de la enfermedad de los legionarios, necesita para su cultivo un pH 6.8.

Se dispone de 100mL de  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  0.1M y se quiere calcular cuántos gramos de NaOH hay que añadir para obtener una mezcla amortiguadora de pH 6.8. Suponer que los gramos de NaOH no varían el volumen de 100 mL

Datos:  $K_{a1} = 7.1 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_{a2} = 6.2 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_{a3} = 4.4 \cdot 10^{-13}$

Sol: 0.112 g de NaOH

20. Se le pide preparar una disolución de  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  -  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  que tenga el mismo pH que la sangre humana, 7.4.

a) ¿Cuál será la relación de las concentraciones  $[\text{HPO}_4^{2-}]/[\text{H}_2\text{PO}_4^-]$  en esta disolución?

b) Suponga que se quiere preparar un litro de la disolución anterior y que esta disolución tiene que ser isotónica con la sangre (con la misma presión osmótica que la sangre).

¿Qué masa de  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  y  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  tendría que utilizar.

Dato: Recuerde la definición de disolución isotónica y que una disolución de NaCl con 0.92g/L es isotónica con la sangre.

Datos:  $K_{a1} = 7.1 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_{a2} = 6.2 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_{a3} = 4.4 \cdot 10^{-13}$

21. La combinación  $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$  influye en el mantenimiento del pH de la sangre.

a) Escriba las ecuaciones que muestran la capacidad reguladora de una disolución que contiene estos iones.

- b) Compruebe que la mayor capacidad reguladora de esta disolución es a pH 7.2.  
c) Calcule el pH de una disolución reguladora en que  $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 0.050 \text{ M}$  y  $[\text{HPO}_4^{2-}] = 0.150 \text{ M}$ .

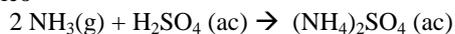
Sugerencia: preste atención a la segunda etapa de ionización del ácido.

Datos:  $K_{a1} = 7.1 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_{a2} = 6.2 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_{a3} = 4.4 \cdot 10^{-13}$

22. Un amortiguador compuesto de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  y  $\text{HPO}_4^{2-}$  ayuda a controlar el pH de los fluidos fisiológicos. Muchas bebidas carbonatadas también emplean este sistema amortiguador. ¿Cuál será el pH de una bebida gaseosa en la cual los principales ingredientes amortiguadores son 6.5 g de  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  y 8.0 g de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  por cada 355 mL de disolución?  
Datos:  $K_{a1} = 7.1 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_{a2} = 6.2 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_{a3} = 4.4 \cdot 10^{-13}$
23. Suponga que desea realizar un experimento fisiológico que requiere una solución amortiguadora con pH 6.5. Usted encuentra que el organismo con que está trabajando no es sensible a cierto ácido débil ( $\text{H}_2\text{X}$ :  $K_{a1} = 2 \cdot 10^{-2}$ ;  $K_{a2} = 5 \cdot 10^{-7}$ ) y sus sales de sodio. Usted dispone de una disolución 1.0 M de este ácido y una solución 1.0 M de NaOH. ¿Qué volumen de sosa se debe añadir a un litro del ácido para obtener una disolución amortiguadora con pH = 6.5?
24. Un bioquímico necesita 750 mL de una disolución amortiguadora de ácido acético-acetato de sodio con un pH 4.5, y se dispone de acetato de sodio sólido,  $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ , y de ácido acético glacial,  $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ . El ácido acético glacial contiene un 99% de  $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$  en masa y su densidad es 1.05 g/mL. Si la solución amortiguadora debe tener una concentración 0.33M de  $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ , ¿cuántos gramos de acetato sódico y cuántos mL de ácido acético glacial se deben usar?
25. Muchos fármacos contienen grupos que pueden ser ionizados en soluciones acuosas a formas aniónicas o catiónicas. Solo las moléculas no ionizadas son liposolubles. La capacidad de estos fármacos para pasar a través de las membranas lípidas depende de la proporción de moléculas no ionizadas y a su vez del pH de la solución acuosa  
De un fármaco ácido HA ( $K_a = 10^{-5}$ ) se han preparado 100 mL  $10^{-3} \text{ M}$ , que proporcionan una cierta relación de moléculas no ionizadas a ionizadas  $[\text{HA}]/[\text{A}^-]$  (HA representa la forma no ionizada del ácido y  $\text{A}^-$  la forma ionizada). Esta relación se considera excesiva y se pretende disminuirla con el fin de que exista menos forma no ionizada que pudiera atravesar las membranas; para ello se quiere añadir NaOH. Se pide calcular el volumen de NaOH 10<sup>-3</sup>M que hay que añadir a 100 mL del fármaco HA para que la relación  $[\text{HA}]/[\text{A}^-] = 2$ .
26. Un litro de disolución de dihidrógeno fosfato sódico, que puede ser utilizado en un hospital para nutrición parenteral, ha perdido la etiqueta de su concentración  
Para su valoración se toman 10 mL y se hacen reaccionar con NaOH 0.001 M en presencia de fenoltaleína, gastándose 6.5 mL de base. Calcular la molaridad de la disolución hospitalaria de dihidrógeno fosfato sódico.
27. Queremos determinar por valoración con NaOH(ac) el contenido de ácido acetil salicílico,  $\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4$ , de una serie de tabletas de aspirina. Se espera que cada una de las tabletas tenga aproximadamente 0.32 g de  $\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4$ , ¿qué molaridad debe tener la sosa para utilizar 23 mL de esta disolución en cada valoración?

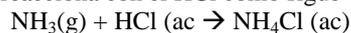
28. El volumen del estomago de una adulto varia alrededor de 50 mL cuando está vacío hasta 1L cuando está lleno. Si su volumen es de 450mL y su contenido tiene un pH de 2, ¿cuántos moles de  $\text{H}_3\text{O}^+$  contiene? Suponiendo que los protones provienen del HCl, ¿cuántos gramos de carbonato ácido de sodio neutralizarán totalmente el ácido estomacal?

29. El sulfato de amonio, un fertilizante importante se puede preparar por reacción del amoniaco con ácido sulfúrico



Calcular el volumen de  $\text{NH}_3(\text{g})$  necesario a  $20^\circ\text{C}$  y 25 atm para reaccionar con 150 kg de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

30. Los reglamentos federales de Estados Unidos establecen un límite superior de 50 ppm de  $\text{NH}_3$  en el aire de un entorno de trabajo (esto es, 50 mL de  $\text{NH}_3$  en cada  $10^6$  mL de aire). La densidad del  $\text{NH}_3(\text{g})$  a temperatura ambiente es de 0.771 g/L. Se extrajo aire de una operación de fabricación y se hizo pasar por una disolución que contenía 1 102 mL de HCl 0.0105 M. El  $\text{NH}_3$  reacciona con el HCl como sigue



Después de extraer aire a través de la solución de ácido durante 10.0 min. a razón de 10.0 l/min., se tituló el ácido. Se necesitaron 13.1 mL de NaOH 0.0588 M para neutralizar el ácido restante. (a) ¿cuántos gramos de  $\text{NH}_3$  se introdujeron en la disolución de ácido? ¿Cuántas ppm de  $\text{NH}_3$  había en el aire? (c) ¿El fabricante está cumpliendo con los reglamentos?