

EJERCICIOS DE SELECTIVIDAD ÁCIDO-BASE

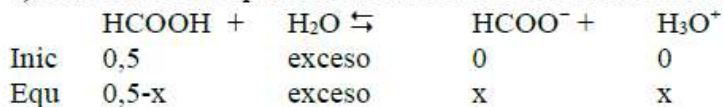
2018-Modelo

Pregunta A5.- Se dispone de una disolución de ácido metanoico 0,5 M. Calcule:

- El pH de la disolución.
 - El grado de disociación de la base BOH 0,3 M que presenta un pOH igual que el pH de la disolución de ácido metanoico.
 - El volumen de base BOH 0,3 M necesario para neutralizar una disolución de ácido metanoico obtenida al mezclar 50 mL de la disolución del enunciado con 150 mL de agua.
- Dato. $K_a = 1,85 \times 10^{-5}$.

SOLUCIÓN:

a) Planteamos el equilibrio de disociación con concentraciones



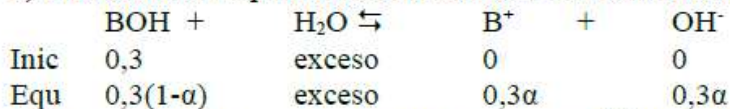
$$K_a = \frac{[HCOO^-] \cdot [H_3O^+]}{[HCOOH]} = 1,85 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,5 - x}$$

Si asumimos $x \ll 0,5$ $1,85 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,5} \Rightarrow x = \sqrt{0,5 \cdot 1,85 \cdot 10^{-5}} = 3,04 \cdot 10^{-3} M$

La aproximación es válida

$$pH = -\log([H_3O^+]) = -\log(3,04 \cdot 10^{-3}) = 2,52$$

b) Planteamos el equilibrio de disociación con concentraciones y grado de disociación



$$pOH = -\log([OH^-]) \rightarrow 2,52 = -\log(0,3\alpha) \rightarrow \alpha = 10^{-2,52}/0,3 = 0,010 = 1,0 \%$$

c) En 50 mL de la disolución de HCOOH de 0,5 M tenemos $n = M \cdot V = 0,5 \cdot 0,05 = 0,025$ mol HCOOH
Es un ácido monoprótico y para neutralizar necesitamos el mismo número de moles de OH, que coincide con el número de moles de base BOH.

$$0,025 = 0,3 \cdot V_{base} \rightarrow V_{base} = 0,025/0,3 = 0,083 L = 83 mL$$

(El dato de los 150 mL de agua no es necesario)

2017-Septiembre-coincidentes

Pregunta A2.- Dados los cuatro compuestos que se muestran en la tabla:

b) Ordene justificadamente los compuestos de menor a mayor carácter ácido.

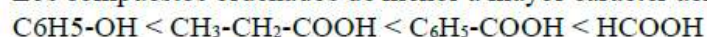
c) Justifique numéricamente cuál es más débil como ácido

HCOOH	$pK_a = 3,74$
C_6H_5-COOH	$pK_a = 4,20$
CH_3-CH_2-COOH	$pK_a = 4,88$
C_6H_5-OH	$pK_a = 9,88$

SOLUCIÓN:**Pregunta A2.-**

b) El carácter ácido indica la tendencia a liberar H^+ , y la medida de la disociación viene dada por la constante del equilibrio de disociación del ácido K_a . Se proporciona $pK_a = -\log(K_a)$, por lo que a menor pK_a tendrá mayor carácter ácido.

Los compuestos ordenados de menor a mayor carácter ácido son;



c) La constante de la base conjugada se obtiene como $K_b = K_w / K_a$ siendo $K_w = 10^{-14}$

Por lo tanto $pK_b = 14 - pK_a$

Calculamos pK_b para cada uno

HCOOH: $pK_a = 3,74$, $pK_b = 10,26$

C_6H_5-COOH : $pK_a = 4,20$, $pK_b = 9,8$

CH_3-CH_2-COOH : $pK_a = 4,88$, $pK_b = 9,12$

C_6H_5-OH : $pK_a = 9,88$, $pK_b = 4,12$

Ser más débil como ácido que su base conjugada como base implica que $K_b < K_a$, lo que solamente ocurre para C_6H_5-OH

Pregunta B5.- Resuelva las siguientes cuestiones:

a) ¿Qué masa de $Ba(OH)_2$ es necesaria para preparar 250 mL de una disolución 0,3 M?

b) ¿Cuál es el volumen de HNO_3 del 70% de riqueza en masa y densidad $1,42 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ necesario para preparar 250 mL de una disolución 1,5 M?

c) Calcule el volumen de la disolución de $Ba(OH)_2$ preparada en a) que habrá que añadir a 30 mL de la disolución 1,5 M de HNO_3 para neutralizarla. Formule la reacción de neutralización que tendrá lugar.

d) Determine la concentración molar de la sal formada en la reacción de neutralización.

Datos. Masas atómicas: H = 1; N = 14; O = 16; Ba = 137.

SOLUCIÓN:

Pregunta B5.-

$$a) 250 \text{ mL disoluc} \cdot \frac{0,3 \text{ mol Ba(OH)}_2}{1000 \text{ mL disoluc}} \cdot \frac{137+2 \cdot (16+1) \text{ g Ba(OH)}_2}{1 \text{ mol Ba(OH)}_2} \approx 12,8 \text{ g Ba(OH)}_2$$

b) La masa molar de $\text{HNO}_3 = 1+14+3 \cdot 16 = 63 \text{ g/mol HNO}_3$

$$250 \text{ mL disoluc} \cdot \frac{1,5 \text{ mol HNO}_3}{1000 \text{ mL disoluc}} \cdot \frac{63 \text{ g HNO}_3}{1 \text{ mol HNO}_3} \cdot \frac{100 \text{ g disoluc}}{70 \text{ g HNO}_3} \cdot \frac{1 \text{ mL disoluc}}{1,42 \text{ g disoluc}} \approx 23,8 \text{ mL}$$

c) En 30 mL de la disolución de b) 1,5 M tenemos

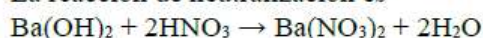
$$30 \text{ mL disoluc} \cdot \frac{1,5 \text{ mol HNO}_3}{1000 \text{ mL disoluc}} \cdot \frac{1 \text{ mol H}^+}{1 \text{ mol HNO}_3} = 0,045 \text{ mol H}^+$$

Llamamos x mL la disolución de a) 0,3 M que tiene el mismo número de OH^-

$$x \text{ mL disoluc} \cdot \frac{0,3 \text{ mol Ba(OH)}_2}{1000 \text{ mL disoluc}} \cdot \frac{2 \text{ mol OH}^-}{1 \text{ mol Ba(OH)}_2} = 0,0006 x \text{ mol OH}^-$$

Igualando $0,045 = 0,0006x \rightarrow x = 0,045/0,0006 = 75 \text{ mL}$

La reacción de neutralización es



Según la estequiometría de la reacción, el número de moles de Ba(OH)_2 y la sal formada $\text{Ba(NO}_3)_2$ es el mismo, y es la mitad del número de moles de OH^- , por lo que es $0,045/2 = 0,0006 \cdot 75/2 = 0,0225 \text{ mol Ba(NO}_3)_2$.

Asumiendo volúmenes aditivos, el volumen total es $30+75=105 \text{ mL}$ y la concentración molar es

$$[\text{Ba(NO}_3)_2] = 0,0225/0,105 = 0,21 \text{ M}$$

2017-Septiembre

Pregunta B3.- En un laboratorio se dispone de disoluciones acuosas de cianuro de sodio, ácido nítrico y cloruro de calcio. Todas ellas tienen la misma concentración. Indique razonadamente, de forma cualitativa:

- Cuál será la de mayor pH y cuál la de mayor pOH.
 - Cuál o cuáles de ellas tendrán pOH = 7.
 - Cuál o cuáles podrían tener pH = 4.
 - Cuál o cuáles de ellas podrían tener pOH = 3.
- Dato. pK_a : $\text{HCN} = 9,3$.

SOLUCIÓN:

Pregunta B3.-

Comentario global:

El cianuro de sodio NaCN es una sal, y el ión cianuro CN^- es la base conjugada de un ácido débil (HCN) que produce hidrólisis ($\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCN} + \text{OH}^-$)

El ácido nítrico HNO_3 es un ácido fuerte

El cloruro de calcio CaCl_2 es una sal que no produce hidrólisis ya que proviene de un ácido muy fuerte HCl y una base muy fuerte Ca(OH)_2

- El mayor pH será el más básico, que está asociado a NaCN
El mayor pOH será el más ácido, y está asociado a HNO_3
- La única que tendrá pOH=7 será la de CaCl_2
- El pH=4 es ácido, y solamente podría estar asociado a HNO_3
- El pOH=3 es pH=14-3=11, básico, y solamente podría estar asociado a NaCN .

2015-Septiembre

Pregunta B2. En tres matraces sin etiquetar se dispone de disoluciones de la misma concentración de cloruro de sodio, hidróxido de sodio y acetato de sodio.

a) Razone cómo podría identificar cada una de las disoluciones midiendo su pH.

b) Justifique, sin hacer cálculos, cómo se modifica el pH de las disoluciones si se añade a cada matraz 1 L de agua.

Dato. pK_a (ácido acético) = 4,8.

SOLUCIÓN:

Pregunta B2.

a) NaCl: en disolución se disocia en sus iones, y como es una sal de ácido fuerte y base fuerte, no producirá hidrólisis, por lo que el pH será neutro, $pH=7$.

NaOH: en disolución se disocia en sus iones, y como es una base fuerte, el pH será básico, $pH>7$.

CH_3COONa : en disolución se disocia en sus iones, y como es una sal de ácido débil (dado el pK_a del enunciado) y base fuerte, los iones acetato son bases fuertes y producirá hidrólisis, por lo que el pH será básico, $pH>7$.

b) Añadir un litro de agua, que tiene $pH=7$, en el caso de la disolución de NaCl no varía el pH, que seguiría siendo 7. Sin embargo en los otros dos casos reduce las concentraciones, por lo que el pH estaría más próximo al pH neutro, y como tenían pH básico, $pH>7$, el pH se reducirá.

Si planteamos la hidrólisis en el caso del ion acetato, $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$, puede surgir la idea de que al añadir agua según Le Châtelier el equilibrio se desplaza hacia la derecha, con lo que aumentaría la concentración de OH^- , lo que implicaría mayor pH, que contradice la idea anterior; pero no es así; el H_2O está en exceso y añadir H_2O no modifica el equilibrio, solamente modifica el volumen total y las concentraciones.