



GUÍA DE EJERCICIOS DE TITULACIÓN (ÁCIDO FUERTE-BASE FUERTE)

Área Química

Resultados de aprendizaje

Aplicar conceptos básicos sobre sustancias ácidas y básicas, en la resolución de ejercicios, desarrollando pensamiento lógico y analítico.

Contenidos

Cálculo de pH final al mezclar ácido y base fuertes.

Debo saber

Antes de resolver los siguientes ejercicios debes tener en cuenta lo siguiente:

Cuando se mezcla un ácido fuerte con una base fuerte, se obtiene como producto la sal respectiva y agua.

Esta reacción se llama de neutralización o titulación, ya que, si se añaden justamente la cantidad suficiente de base para reaccionar con todo el ácido, la solución se vuelve neutra.

Si se agrega más cantidad de sustancia de un ácido tendrá pH ácido y si hay más base en el medio, tendrá pH básico.

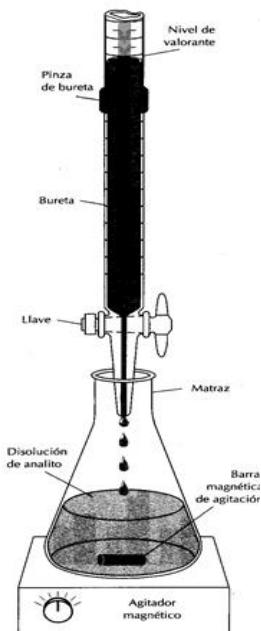
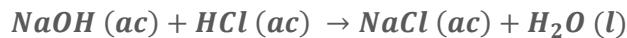


Figura 1: Equipo usado para una neutralización.



EJERCICIO 1. Se titulan 50,00 mL de HCl 1,00 M con NaOH 1,00 M. Encontrar el pH de la solución después de agregar 40,00 mL de NaOH 1,00M.

Lo primero que debes escribir es la ecuación de la reacción química.



Como la fórmula para calcular la Molaridad es:

$$M = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{Litros de solución}}$$

Puedes determinar el número de moles contenidos en cada uno de los volúmenes agregados.

$$n = M \times \text{Volumen (L)}$$

$$n_{\text{ácido}} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,05\text{L} = 0,05$$

De la misma forma se calculan los moles de base.

$$n_{\text{base}} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,04\text{L} = 0,04$$

Debo saber. Antes de hacer cualquier cálculo estequiométricos, debes asegurarte que la ecuación este equilibrada.

En este caso ya está equilibrada.

Según la estequiometría de la ecuación (información entregada al equilibrar la ecuación):



$$X = 0,04 \text{ moles de HCl}$$

Por lo tanto se necesitan 0,04 moles de ácido para que reacciones 0,04 moles de base.

Luego se calculan los moles de ácido que sobran:

$$0,05 - 0,04 = 0,01 \text{ moles de HCl quedan sin reaccionar}$$

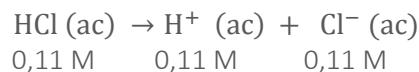
Con esta cantidad de moles debes calcular la concentración molar (M), tomando en cuenta que los volúmenes son aditivos.



$$M = \frac{0,01 \text{ moles}}{0,09L} = 0,11 \text{ M}$$

Como esta es la concentración del ácido que queda en el medio, es quien dará el pH resultante.

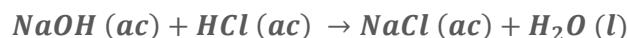
Debo saber: el ácido clorhídrico (HCl) es un ácido fuerte, ya que su $K_a = \infty$, por lo tanto la concentración del ácido es igual a la concentración de protones H^+ .



$$pH = -\log[H^+] = -\log 0,11 = 0,95$$

EJERCICIO 2. Calcular el pH de una disolución 25 mL de HCl 0,1 M al añadir 50,0 mL de NaOH 0,1M. Suponga volúmenes aditivos.

La reacción de la titulación es:



Puedes determinar el número de moles contenidos en cada uno de los volúmenes agregados.

$$n = M \times \text{Volumen (L)}$$

$$n_{\text{ácido}} = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,025\text{L} = 2,5 \times 10^{-3}$$

$$n_{\text{base}} = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,05\text{L} = 5,0 \times 10^{-3}$$

Como la relación estequiométrica es 1:1 entre ácido y base, los moles de base que reaccionaran con los moles de ácidos, son solo $2,5 \times 10^{-3}$.

Luego los moles de hidróxido de sodio que sobran son:

$$5,0 \times 10^{-3} - 2,5 \times 10^{-3} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ moles de base quedan sin reaccionar}$$

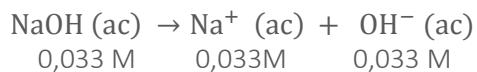
Con estos moles y considerando volúmenes aditivos, determinas la concentración molar.



$$M = \frac{2,5 \times 10^{-3} \text{ moles}}{0,075L} = 0,033 \text{ M}$$

Debo saber: los moles que reaccionaron de ácido y base se neutralizaron, por lo tanto debes calcular la concentración y posteriormente el pH con la sustancia que presente moles en exceso.

La molaridad recién calculada es la cantidad de hidróxido de sodio sin neutralizar. Esta base es fuerte, ya que su $K_b=\infty$, por lo tanto se ionizará completamente.



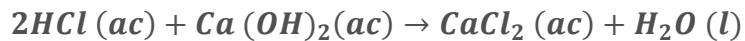
Como es una base, entonces calculas primero el pOH.

$$pOH = -\log[\text{OH}^-] = -\log 0,033 = 1,48$$

$$pH = 14 - 1,48 = 12,52$$

EJERCICIO 3. Se titulan 50,0 ml de HCl 0,1M con 49 mL de hidróxido de calcio, Ca(OH)₂. Determine el pH.

Como cualquier ejercicio de este tipo, hay que escribir la ecuación y equilibrarla.



Despejando en la fórmula de molariad, podemos calcular los moles de cada sustancia.

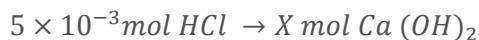
$$n = M \times \text{Volumen (L)}$$

$$n_{\text{ácido}} = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,050\text{L} = 5,0 \times 10^{-3}$$

$$n_{\text{base}} = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,049\text{L} = 4,9 \times 10^{-3}$$



Según la relación estequiométrica, se calculan los moles que reaccionarán de cada sustancia.

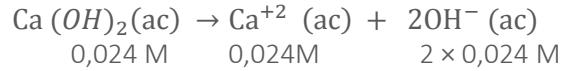


$$X = 2,5 \times 10^{-3} \text{ moles de } Ca(OH)_2$$

En base a este cálculo, sobran moles de base, los que se calculan como:

$$4,9 \times 10^{-3} - 2,5 \times 10^{-3} = 2,4 \times 10^{-3} \text{ moles de base quedan sin reaccionar}$$

$$M = \frac{2,4 \times 10^{-3} \text{ moles}}{0,099L} = 0,024 \text{ M}$$



Debo saber: la concentración de OH^- , debes multiplicarla por dos, ya que hay dos moles de iones hidroxilos (ver reacción).

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log 2 \times 0,024 = -\log 0,048 = 1,32$$

$$pH = 14 - 1,32 = 12,68$$



Responsables académicos

Comité Editorial PAIEP. Corregida por comité Editorial PAIEP. Si encuentra algún error favor comunicarse a ciencia.paiep@usach.cl

Referencias y fuentes utilizadas

Chang, R.; College, W. (2002). Química. (7a. ed). México: Mc Graw-Hill Interamericana Editores S.A.