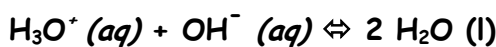


# Valoración ácido-base

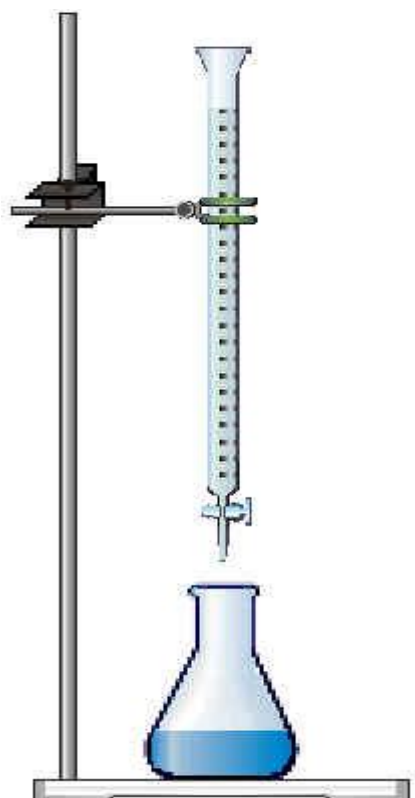
## Fundamentos teóricos

La **reacción de neutralización** en medio acuoso consiste en la combinación del ion hidronio,  $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq})$  con una base, por ejemplo el ion  $\text{OH}^- (\text{aq})$ , según:



Reacción que es rápida y completa, de ahí que sea el fundamento de una técnica de análisis que se denomina valoración.

Una valoración ácido-base es una técnica de análisis que permite determinar la concentración de una disolución a partir de su reacción ácido-base con otra disolución conocida



## PROCEDIMIENTO

Consiste en colocar en un matraz erlenmeyer un volumen conocido, por ejemplo, 50 mL, de la disolución cuya concentración se quiere determinar e irle añadiendo de forma gradual otra disolución de concentración conocida, denominada **disolución patrón (o estándar)**, hasta que la reacción se complete.

Este punto, en el que el número de moles de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  procedentes del ácido neutraliza el número de moles de iones  $\text{OH}^-$  procedentes de la base, se denomina **punto de equivalencia**.

Lo importante es saber cuándo la reacción se ha completado, es decir, si hemos llegado al punto de equivalencia, momento en el cual dejaremos de añadir disolución patrón. Para ello:

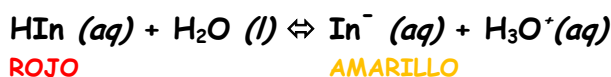
Las valoraciones ácido-base tienen su FUNDAMENTO en el **cambio brusco que experimenta la concentración de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$**  cuando la reacción se ha completado

## Indicadores

Una forma de visualizar el punto de equivalencia es mediante el uso de un indicador ácido-base.

Un indicador es una sustancia que puede ser un **ácido débil** o una **base débil**, la cual se caracteriza por tener distinto color la forma ácida y su base conjugada (o la forma básica y su ácido conjugado).

\*Veamos cómo funciona: Ej.- **ANARANJADO DE METILO** que representamos por  $\text{HIn}$



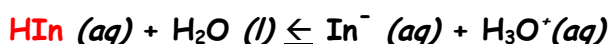
En disolución acuosa, la molécula  $\text{HIn}$ , presenta color **rojo**, mientras que la forma disociada,  $\text{In}^-$ , es **amarilla**.

# Valoración ácido-base

\*Estudiamos cómo afecta al equilibrio un cambio de pH: (principio de Le Chatelier)

Al coexistir en equilibrio las dos formas, el indicador presenta color **anaranjado**.

- Si añadido iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  (o sea el pH se vuelve ácido) el equilibrio para contrarrestar la perturbación externa, se desplaza hacia la izquierda, adquiriendo color ROJIZO



- Un aumento de la basicidad (disminución de los iones  $\text{H}_3\text{O}^+$ , provocará que el equilibrio se desplace hacia la derecha y la disolución tomará coloración AMARILLA



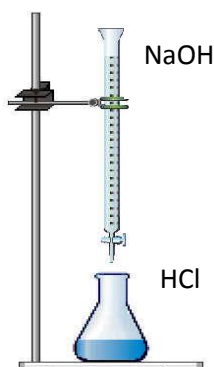
\*PUNTUALIZACIÓN:

- El cambio de color debe producirse, no a un valor concreto del pH, sino en un intervalo de este (intervalo de viraje). Para el anaranjado de metilo es 3,1 - 4,5

## Curvas de valoración

Para entender la curva de valoración utilizamos el siguiente ejemplo

**Ejemplo:** Valoración de 50 ml de HCl 0,1 M con NaOH 0,1 M (**ácido fuerte + base fuerte**)



Realizando la práctica vemos que el punto de equivalencia se alcanza cuando se gastan 50 ml de NaOH

$$V_A \cdot N_A = V_B \cdot N_B$$

Inicialmente, el pH es de la disolución es el que proporciona el HCl 0,1 M, que es 1

Al ir añadiendo poco a poco NaOH, el pH de la disolución va subiendo muy lentamente (incluso en las proximidades del punto de equivalencia) hasta que queda 0,1 cm<sup>3</sup> de ácido sin neutralizar (pH=4) y a partir de aquí el pH da un salto muy brusco y pasa, con poquísima cantidad de base añadida a pH=10

Recogemos los datos en una tabla:

mL NaOH añadidos	Moles HCl Sin reaccionar	pH
0	$5,0 \cdot 10^{-3}$	1
30	$2,0 \cdot 10^{-3}$	1,6
49	$1,0 \cdot 10^{-4}$	3,0
49,9	$1,0 \cdot 10^{-5}$	4,0
50	0	7
51	Exceso de $1,0 \cdot 10^{-3}$ Moles de NaOH	10

# Valoración ácido-base

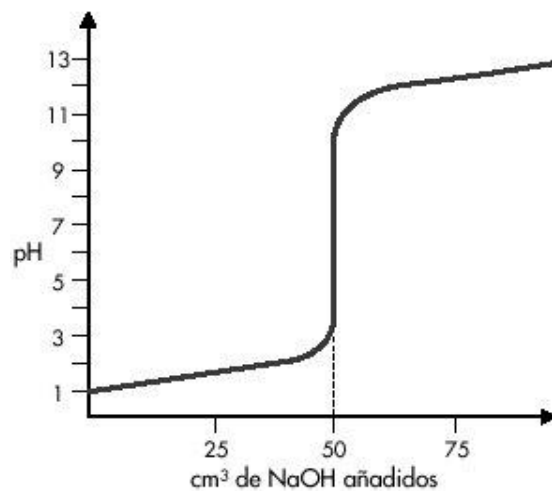
En el punto de equivalencia, cuando se han añadido  $50 \text{ cm}^3$  de la base el pH será 7 (a  $25^\circ\text{C}$ ), ya que la sal formada no experimenta hidrólisis.

Pero la adición de **una sola gota** de disolución de NaOH por encima de dicho punto provoca una subida muy brusca del pH y, por tanto el viraje del indicador.

Puesto que cada indicador tiene distinto intervalo de viraje, es necesario elegir el adecuado.

Una vez que la valoración ha terminado, si siguiésemos añadiendo NaOH, el pH de la disolución volvería a subir muy lentamente.

Grafica valoración Ácido Fuerte- Base Fuerte (HCl y NaOH)



Sin embargo **cuando se valora un ácido débil con una base fuerte**, aparecen dos diferencias:

- 1.- Al ser un ácido débil, el pH inicial es mayor, por lo que el salto brusco es menos acentuado
- 2.- En el punto de equivalencia la disolución no es neutra, ya que la sal formada experimenta reacción de hidrólisis.

En este caso  $\text{pH} > 7$  (sal de ácido débil + base fuerte), por lo que es necesario elegir el indicador, que vire en el intervalo donde se produce el salto brusco del pH.



# Valoración ácido-base

## Indicadores ácido base

El punto final o de equivalencia de una neutralización viene determinado por el cambio de color de unas sustancias llamadas **indicadores ácido base**, que **cambian de color a determinados intervalos de pH**

Cada tipo de neutralización requiere de un indicador adecuado

En la **neutralización de un ácido fuerte con una base fuerte**, en el punto de equivalencia, el pH es neutro, y por tanto es igual a 7. El indicador más adecuado es el tornasol o el azul de bromotimol que cambian de color en ese intervalo de pH.

En la **neutralización de un ácido débil con una base fuerte**, en el punto de equivalencia, el pH es básico, y por tanto mayor que 7. El indicador más adecuado es la fenolftaleína o el azul de timol que cambian de color en ese intervalo de pH.

En la **neutralización de un ácido fuerte con una base débil**, en el punto de equivalencia, el pH es ácido, y por tanto menor que 7. El indicador más adecuado es el rojo de metilo, el rojo congo o el naranja de metilo que cambian de color en ese intervalo de pH.

INDICADOR	COLOR ÁCIDO	COLOR BÁSICO	INTERVALO DE pH (CAMBIO DE COLOR)
Naranja de metilo	Rojo	Amarillo	3,2 - 4,4
Azul de bromofenol	Amarillo	Violeta	3,0 - 4,6
Rojo congo	Azul	Rojo	3,0 - 5,0
Rojo de metilo	Rojo	Amarillo	4,2 - 6,3
Azul de bromotimol	Amarillo	Azul	6,0 - 7,6
Tornasol	Rojo	Azul	6,0 - 8,0
Azul de timol	Amarillo	Azul	8,0 - 9,6
Fenolftaleína	Incoloro	Rosa	8,2 - 9,8
Amarillo de alizarina	Amarillo	Violeta	10,0 - 12,1

