

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD

I: ANTECEDENTES:

La alcalinidad es una propiedad que tienen las aguas para amortiguar los cambios bruscos de pH, por efecto de ácidos que se pongan en su contacto.

La alcalinidad se produce como resultado de la disolución del CO₂ en las aguas. También es producida por la disolución de sales de carbonato CO₃⁻² y HCO₃⁻.

La medición de este parámetro es de gran importancia en las aguas potables y residuales, ya que el tratamiento indicado depende en gran parte de la alcalinidad del agua.

II: TÉCNICA DE DETERMINACIÓN:

Se toma un volumen adecuado de muestra de agua (50, 100, 200 ml.) y se agrega el indicador requerido para determinación de alcalinidad (alcalinidad a la fenolftaleína, y alcalinidad con indicador mixto).

Para esto se agregan a la muestra unas cuantas gotas de fenolftaleína y si hay alcalinidad P (a la fenolftaleína) la muestra adquiere un color rosa. Se agrega la solución de titulación hasta desaparición total del color rosa y la solución queda incolora, lo cual indica el término de la titulación a la fenolftaleína:

Para determinar la alcalinidad M, a la muestra anterior se le agregan unas gotas de indicador mixto verde de bromocresol/rojo de metilo, con lo cual la solución adquiere un leve color verde.

Se agrega la solución de titulación, hasta que el color cambia de verde a un ligero color rosa y en este momento termina la titulación.

Para determinar alcalinidad se emplea una solución estándar de ácido sulfúrico, valorada de manera que se tiene la siguiente relación:

$$R = \frac{1000 \times V}{A}$$

Donde:

A=ml. de Alícuota de muestra

R=Alcalinidad en mg/lto de CaCO₃

V=Volumen de Solución estándar consumidos

Para observar los cambios en color es conveniente emplear una solución estándar de alcalinidad de 1000 ppm.

FORMAS DE REPORTAR LA ALCALINIDAD

ALCALINIDAD P Y M: La alcalinidad se puede reportar en una forma simple como alcalinidad P (a la fenolftaleína) y alcalinidad M (alcalinidad al verde de bromocresol/rojo de metilo).

ALCALINIDAD EN SUS DIFERENTES FORMAS: De una manera más elaborada se reporta la alcalinidad en cada una de sus diferentes formas.

La cuantificación de la alcalinidad comprende los iones que causan esta y que son: hidróxidos OH⁻, carbonatos CO₃⁻² y bicarbonatos HCO₃⁻.

Para cuantificar cada una de las diferentes formas de la alcalinidad se titula la muestra con el ácido estándar hasta el cambio con la fenolftaleína. Después se titula con el mismo ácido estándar hasta el cambio con el indicador mixto verde de bromocresol/rojo de metilo. La alcalinidad se clasifica así de la siguiente manera.

Alcalinidad a la fenolftaleína: P

Alcalinidad al Verde de Bromocresol /Rojo de Metilo: M

Alcalinidad Total: T

La alcalinidad total es la suma de las alcalinidades determinadas con fenolftaleina y el indicador mixto (verde de metilo/rojo de bromocresol).

Para calcular la alcalinidad de hidróxidos carbonatos y bicarbonatos se tiene la siguiente tabla:

RESULTADO DE LA TITILACIÓN	ALCALINIDAD DE HIDRÓXIDOS	ALCALINIDAD DE CARBONATOS	ALCALINIDAD DE BICARBONATOS
P=0	0	0	T
$P < \frac{1}{2}T$	0	2P	T-2P
$P = \frac{1}{2}T$	0	2P	0
$P > \frac{1}{2}T$	2P-T	2(T-P)	0
P=T	T	0	0

III: CÁLCULOS

EJEMPLO 1: Una muestra de 100 ml. es titulada con fenolftaleina y con el indicador mixto. Con la fenolftaleina se consumen 3.8 ml. y con el indicador mixto se requieren 8.9 ml. de ácido estándar. ¿Cuál es la alcalinidad en sus diferentes formas?

Con la fórmula de alcalinidad se obtiene para una alícuota A=100 ml. $P=38$ ppm $M=89$ ppm y $T=89+38=127$ ppm. $\frac{1}{2}T=63.5$ ppm

En este caso $P < \frac{1}{2}T$, por lo que la alcalinidad de hidróxidos es cero, la alcalinidad de carbonatos es $2P=76$ ppm y la alcalinidad de bicarbonatos es $T-2P=127-76=51$ ppm., todos ellos como ppm de $CaCO_3$.

Si se reporta únicamente como alcalinidad P y M el resultado sería:

Alcalinidad P (a la fenolftaleina)=38 ppm

Alcalinidad M (verde de bromocresol/rojo de metilo)=89 ppm

Alcalinidad total=127 ppm

EJEMPLO 2: Una muestra de 200 ml. es titulada con fenolftaleina y con el indicador mixto. Con la fenolftaleina se consumen 13.1 ml. y con el indicador mixto se requieren 4.4 ml. de ácido estándar. ¿Cuál es la alcalinidad en sus diferentes formas?

Para una alícuota A=200 ml. $P=65.5$ ppm $M=22$ ppm y $T=65.5+22=87.5$ ppm. $\frac{1}{2}T=43.75$ ppm. En este caso $P > \frac{1}{2}T$, por lo que la alcalinidad de hidróxidos es $2P-T=131-87.5=43.5$ ppm, la alcalinidad de carbonatos es $2(T-P)=2(87.5-65.5)=44$ ppm y la alcalinidad de bicarbonatos es cero.

Si se reporta como alcalinidad P y M el resultado sería:

Alcalinidad P (a la fenolftaleina)=65.5 ppm

Alcalinidad M (verde de bromocresol/rojo de metilo)= 22 ppm

Alcalinidad total= 87.5 ppm

EJEMPLO 3: Una muestra de 100 ml. es titulada con fenolftaleina y con el indicador mixto. La muestra no da coloración con la fenolftaleina, por lo cual se procede a agregarle el indicador mixto, con lo cual se consumen 15.8 ml. de solución valorada de ácido.

¿Cuál es la alcalinidad P y M, así como la alcalinidad en sus diferentes formas?

Para una alícuota A=100 ml. $P=0$ ppm $M=158$ ppm y $T=0+158=158$ ppm. $\frac{1}{2}T=79$ ppm.

En este caso $P=0$, por lo que la alcalinidad de hidróxidos y carbonatos también es cero y la alcalinidad total es alcalinidad de bicarbonatos igual a 158 ppm.

Si se reporta como alcalinidad P y M el resultado sería:

Alcalinidad P (a la fenolftaleína)=0 ppm

Alcalinidad M (verde de bromocresol/rojo de metilo)= 158 ppm

Alcalinidad total= 158 ppm

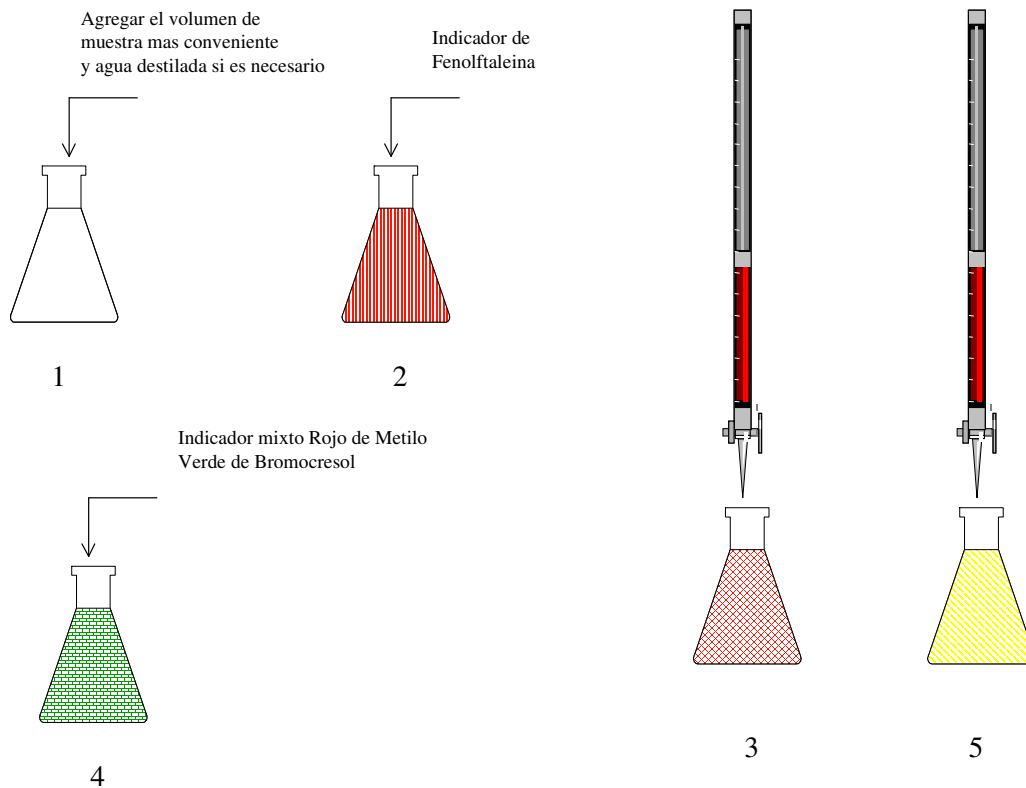


Figura 1: Secuencia de la técnica: (1) Se toma el volumen de muestra conveniente, agregando agua destilada si es necesario. (2) Se ponen unas gotas de fenolftaleina y la solución se torna rosa si hay alcalinidad a la fenolftaleina. Si no hay presencia de color se pasa directamente al paso (4). (3) Se titula con acido hasta desaparición del color rosa. (4) Se agrega indicador mixto y a continuación se titula con acido hasta cambio del color (5)