

ALCALINIDAD DEL AGUA

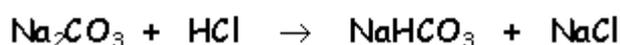
OBJETIVO Y FUNDAMENTOS

Se trata de determinar el contenido de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos presentes en el agua.

Se efectúa una valoración con disolución valorada de un ácido mineral fuerte, referida a los puntos de equivalencia correspondientes a los OH^- y CO_3^{2-} (pH=8'3, zona de viraje de la fenolftaleína) y del CO_3H^- (pH=4'5, zona de viraje del naranja de metileno).

En una muestra pueden coexistir carbonatos y bicarbonatos juntos ó hidróxidos y carbonatos juntos, pero no hidróxido y bicarbonato.

Las reacciones en la valoración hasta el viraje de la fenolftaleína son del tipo siguiente (el catión no tiene porqué ser necesariamente sodio ni el ácido titulante necesariamente clorhídrico):



y, a partir de aquí, y hasta el viraje del anaranjado de metilo:



siendo el bicarbonato reaccionante en esta fase el que tenía originariamente la muestra más el procedente de la transformación del carbonato en la fase anterior.

MATERIAL

Bureta de 50 ml.

Matraces erlenmeyer de 250 ml.

Pipetas (el volumen depende del tipo de muestra).

REACTIVOS

Ácido clorhídrico titulado 0'1N (o de normalidad menor).

Agua destilada.

Fenolftaleína al 0'5% en agua/alcohol 1:1.

Anaranjado de metilo al 0'05% en agua.

METODOLOGÍA

- 1.- Tomar 100 ml de muestra i trasvasar a un erlenmeyer de 250 ml.
- 2.- Añadir dos gotas de indicador de fenolftaleína y valorar hasta desaparición del color (rosa a incoloro). Anotar el volumen consumido (V1).
- 3.- Añadir dos gotas de indicador de anaranjado de metilo y continuar la valoración hasta

virar de amarillo-naranja a rojo. Anotar el volumen total consumido (V2). Caso de que se presenten dificultades para apreciar el cambio de color, hervir durante unos minutos, dejar enfriar y continuar la valoración.

4.- Efectuar un ensayo en blanco con agua destilada y restar de los valores del problema los obtenidos en el ensayo en blanco.

CÁLCULOS

Los resultados se expresan en miliequivalentes por litro de agua.

Si $V_2 = V_1$ (viraje inmediato del anaranjado de metilo), la muestra únicamente contiene hidróxidos.

Si $V_2 = 2 \cdot V_1$ la muestra únicamente contiene carbonatos.

Si $V_1 = 0$ la muestra únicamente contiene bicarbonatos.

Si $V_1 = V_2 = 0$ la muestra tiene alcalinidad negativa.

Si $V_2 > 2 \cdot V_1$ la muestra contiene carbonatos y bicarbonatos.

Si $V_2 < 2 \cdot V_1$ la muestra contiene carbonatos y hidróxidos.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores i llamando:

VH al volumen consumido de ácido titulante correspondiente a los hidróxidos.

VC ídem para los carbonatos.

VB ídem para los bicarbonatos.

y que estos volúmenes son nulos para aquellos componentes inexistentes, podremos calcularlos (los volúmenes) mediante las expresiones:

$$\begin{aligned} V_1 &= V_C + V_H \\ V_2 - V_1 &= V_C + V_B \end{aligned}$$

el contenido alcalino en miliequivalentes/litro se calcula según:

$$[\text{OH}^-] = V_H \cdot N \cdot 10$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = V_C \cdot N \cdot 10$$

$$[\text{HCO}_3^-] = V_B \cdot N \cdot 10$$

siendo N la normalidad del ácido titulante.

OBSERVACIONES

La normalidad del ácido titulante estará en función del contenido alcalino supuesto de la muestra.

Todos los reactivos, así como el agua utilizada en las disoluciones y ensayos en blanco, deben ser de bajo contenido en CO₂. El CO₂ de una muestra o de un agua destilada puede eliminarse mediante reducción de presión con trompa de vacío durante 15 minutos o por ebullición durante igual tiempo (y dejando enfriar en un ambiente exento de CO₂).

Si la alcalinidad del agua es muy alta, tomaremos una cantidad de muestra inferior a 100 ml, (que disolveremos en agua destilada si el volumen resultante fuera incómodo para la valoración). En este caso, los cálculos serán:

$$X = \frac{V \cdot N \cdot 1.000}{v}$$

siendo **X** el resultado (de carbonatos, hidróxidos. o bicarbonatos, según corresponda), **V** el volumen consumido, en ml, de reactivo (VH, VC ó VB, según corresponda) i **v** el volumen de muestra en ml.

Cuestionario 8.4.- Alcalinidad del agua

- 1.- ¿Porqué no pueden coexistir en la misma muestra hidróxidos fuertes y bicarbonatos?
- 2.- Hacer el esquema gráfico del procedimiento analítico.
- 3.- Deducir razonadamente las fórmulas utilizadas en los cálculos.
- 4.- Confeccionar el correspondiente "boletín de análisis".