

## **PROBLEMA PRÁCTICO 2 (SEGUNDA CATEGORÍA)**

### **DETERMINACIÓN DE Ca(II), Mg(II) Y DUREZA DE UN AGUA**

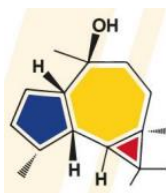
#### Introducción

La DUREZA se define como la concentración total de iones alcalinotérreos en el agua. Dado que las concentraciones de Ca (II) y Mg (II), suelen ser mayores que la de otros minerales alcalinotérreos, la dureza puede igualarse a:  $[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]$ , y comúnmente se expresa como mg de  $CaCO_3$ /litro. En esta práctica, primero se determinará la concentración total de iones metálicos que pueden reaccionar con el EDTA  $Na_2$ , y se supone que es igual a la concentración de  $Ca^{2+}$  y  $Mg^{2+}$ . Después se determinará  $Ca^{2+}$  por separado, precipitando el magnesio como  $Mg(OH)_2$  con una base fuerte.

#### Sección Experimental:

1. Preparación de soluciones:
  - 50 mL NaOH 2 M.
  - 250 mL EDTA  $Na_2$  0,005 M
  - 10 mL EDTA Mg 0,005 M (se prepara al adicionar cantidades estequiométricas de EDTA  $Na_2$  0,01 M y  $MgCl_2$  0,01 M).
  
2. Preparación de 100 mL de la disolución patrón de  $CaCl_2$  0,005 M:
  - Pesar con exactitud la cantidad necesaria de carbonato cálcico.
  - A continuación, preparar una solución de HCl:agua (1:1) volumen, donde se añade 10 mL de HCl concentrado con 10 mL de agua
  - De la solución de HCl preparada, verter gota a gota sobre el carbonato cálcico, hasta que cese la efervescencia y la disolución esté clara.
  - Diluir al volumen necesario en un matraz aforado a 100 mL.
  
3. Estandarización de la solución EDTA  $Na_2$ :
  - Pipetear una porción de 10 mL de la solución de cloruro cálcico y transferir a un matraz erlenmeyer de 250 mL, añadir 5 mL de la disolución reguladora (buffer) de pH 10, así como 0,5 mL de disolución Mg-EDTA y una cantidad equivalente a la punta de espátula de indicador negro de eriocromo T. Medir el pH de la solución.





## OLIMPIADA ECUATORIANA DE QUÍMICA Intercolegial 2023

- Valorar cuidadosamente con la solución de EDTA Na<sub>2</sub> hasta que el punto donde el color cambia de rojo-vino a azul oscuro. No debe quedar ninguna coloración roja en la solución. Repetir 2 veces más.
- Para determinar la concentración estandarizada de EDTA Na<sub>2</sub>, se aplica la Ecuación 1:

$$C_{est} = \frac{V_{CaCl_2} \cdot C_{CaCl_2}}{V_{EDTA Na_2}} \quad (1)$$

Donde:

VEDTANa<sub>2</sub> = Volumen EDTA Na<sub>2</sub> gastado, mL

CCaCl<sub>2</sub> = Concentración de CaCl<sub>2</sub>, mol/L

V CaCl<sub>2</sub> = Volumen de muestra de CaCl<sub>2</sub>, mL

Cest = Concentración de EDTANa<sub>2</sub> estandarizado, mol/L

#### 4. Determinación de la dureza total:

- Tomar 100 mL del agua problema, llevar a un matraz erlenmeyer de 250 mL y añadir 3 mL de la solución reguladora de pH 10 y una cantidad equivalente a la punta de espátula de indicador de negro de eriocromo T (punta de espátula). Medir el pH de la solución.
- Valorar con EDTA Na<sub>2</sub> hasta viraje del rojo-vinoso a azul. Repetir 2 veces más
- Para determinar la dureza total se aplica la Ecuación 2:

$$Dureza\ total \left( mg \frac{CaCO_3}{L} \right) = \frac{V_{EDTA} \cdot M_{EDTA}}{V_{muestra}} \times 100\ 091 \quad (2)$$

Donde:

VEDTA = Volumen de titulante (EDTA Na<sub>2</sub>) para valorar dureza, mL.

MEDTA = Concentración de EDTA estandarizada, mol/L.

VMUESTRA = Alícuota de muestra titulada, mL.

100091 = Factor de conversión

#### 5. Determinación de dureza por calcio:

- Tomar 100 mL de agua problema, llevar a un matraz erlenmeyer de 250 mL.
- Añadir 2 mL de NaOH 2 M, y agitar durante 2 minutos para precipitar el Mg(OH)<sub>2</sub> (el cual puede ser imperceptible).
- Añadir una pequeña cantidad (punta de espátula) de murexida y al realizar la titulación con EDTA Na<sub>2</sub> y se observará un viraje de rosa a violeta. Repetir 2 veces más.
- Para determinar la dureza por calcio se aplica la Ecuación 3:



ISM  
INTERNATIONAL  
SCHOLASTIC  
MODEL





$$\text{Dureza por calcio} \left( \text{mg} \frac{\text{CaCO}_3}{\text{L}} \right) = \frac{A \cdot B}{V_{\text{muestra}}} \times 1000 \quad (3)$$

Donde:

A = Volumen de titulante (EDTA Na<sub>2</sub>) estandarizada, mL.

B = mL de carbonato de calcio equivalente a 1,00 mL de EDTA Na<sub>2</sub>, determinado por titulación con la solución valorada de calcio.

VMUESTRA = Alícuota de muestra titulada, mL.

### Hoja de Respuestas Problema Práctico 1

#### Sección Experimental 1:

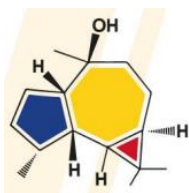
1.1 Masa de hidróxido de sodio requerida para preparar 0,05 L de solución 2 M: \_\_\_\_\_ g

Muestre sus cálculos:



**ISM**  
INTERNATIONAL  
SCHOLASTIC  
MODEL





OLIMPIADA  
ECUATORIANA  
DE QUÍMICA  
Intercolegial 2023

1.2 Masa de EDTA  $\text{Na}_2$  dihidratada para preparar 0,25 L de solución 0,005 M: \_\_\_\_\_ g

Muestre sus cálculos:

1.3 Masa de carbonato cálcico para preparar 0,1 L de solución 0,005 M de cloruro de calcio:  
\_\_\_\_\_ g Muestre sus cálculos:



ISM  
INTERNATIONAL  
SCHOLASTIC  
MODEL





1.4 Registre en la siguiente tabla el volumen utilizado en cada una de las titulaciones con EDTA Na<sub>2</sub> para su estandarización.

Si considera necesario, puede repetir sus titulaciones hasta un máximo de 2 veces:

Sección 1	Titulación 1	Titulación 2	Titulación 3
pH de la solución a ser titulada			
Lectura inicial de la bureta (mL)			
Lectura final de la bureta (mL)			
Volumen de EDTA Na <sub>2</sub> usado para alcanzar el punto final (mL)			

Volumen de EDTA Na<sub>2</sub> usado para los cálculos: \_\_\_\_\_ mL (promedio)

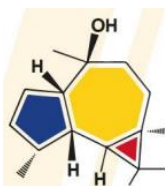
1.5 Registre en la siguiente tabla el volumen utilizado en cada una de las titulaciones con EDTA Na<sub>2</sub> para la determinación de la dureza total del agua.

Si considera necesario, puede repetir sus titulaciones hasta un máximo de 2 veces:



**ISM**  
INTERNATIONAL  
SCHOLASTIC  
MODEL





OLIMPIADA  
ECUATORIANA  
DE QUÍMICA  
Intercolegial 2023

Sección 1	Titulación 1	Titulación 2	Titulación 3
pH de la solución a ser titulada			
Lectura inicial de la bureta (mL)			
Lectura final de la bureta (mL)			
Volumen de EDTA Na <sub>2</sub> usado para alcanzar el punto final (mL)			

Volumen de EDTA Na<sub>2</sub> usado para los cálculos: \_\_\_\_\_ mL (promedio)

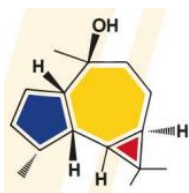
1.6 Concentración estandarizada de la solución EDTA Na<sub>2</sub> \_\_\_\_\_

Muestre sus cálculos



ISM  
INTERNATIONAL  
SCHOLASTIC  
MODEL





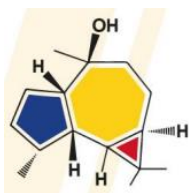
OLIMPIADA  
ECUATORIANA  
DE QUÍMICA  
Intercolegial 2023

2.1 Calcule la dureza total, dureza por calcio y dureza por magnesio expresadas como  $(mg \frac{CaCO_3}{L})$  de la muestra de agua. Muestre sus cálculos. Presentar la respuesta con 2 cifras decimales.



ISM  
INTERNATIONAL  
SCHOLASTIC  
MODEL





OLIMPIADA  
ECUATORIANA  
DE QUÍMICA  
Intercolegial **2023**



ISM  
INTERNATIONAL  
SCHOLASTIC  
MODEL

