

CONDUCTIVIDAD

1. SUMARIO Y APLICACIONES

1. La conductividad es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad y valencia, y de la temperatura de la medición. Las soluciones de la mayor parte de los compuestos inorgánicos son buenas conductoras. Las moléculas orgánicas al no disociarse en el agua, conducen la corriente en muy baja escala.
2. Para la determinación de la conductividad la medida física hecha en el laboratorio es la resistencia, en ohmios o megaohmios. La conductividad es el inverso de la resistencia específica, y se expresa en microhm por centímetro (m ohm/cm) o milisiemens por metro (mS/m) en el Sistema Internacional de Unidades.
3. El intervalo de aplicación del método es de 10 a 10.000 (o hasta 50.000) m ohm/cm; las conductividades fuera de estos valores son difíciles de medir con los componentes electrónicos y la celda convencionales.
4. El método es aplicable a aguas potables, superficiales, salinas, aguas residuales domésticas e industriales y lluvia ácida.

2. LIMITACIONES E INTERFERENCIAS

1. El valor de conductividad de una solución depende de la temperatura de la muestra en el momento de realizar la medición. Para obtener resultados precisos la lectura se realiza a 25,0°C.
2. Las mediciones de conductividad en el laboratorio son relativamente precisas, sin embargo datos con menor precisión se utilizan en otras aplicaciones.
3. Las desviaciones de las mediciones con equipos de conductividad se presentan cuando los electrodos almacenan residuos y la muestra no circula adecuadamente.

3. TOMA Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS

1. El tamaño mínimo de muestra debe ser de 500 mL; su recolección se puede hacer en envases de plástico (polietileno o equivalente) o de vidrio.
2. La única preservación posible es refrigerar la muestra; el período máximo de almacenamiento es de 28 días.

4. APARATOS

1. Conductímetro o conductivímetro: Usar un instrumento cuya medida de conductividad en términos de error no exceda el 1% o 1 m ohm/cm, dependiendo

del que sea más grande.

2. Termómetro: que cubra el intervalo de 23 a 27°C, con una aproximación de 0,1°C. Es conveniente un termómetro con un pequeño termistor como elemento sensible debido a su rápida respuesta; algunos conductímetros están equipados con un sensor automático de temperatura.

3. Celda de conductividad:

Con electrodos de platino. Su selección depende del intervalo de resistencia y conductividad del instrumento, el cual se comprueba por comparación de los resultados experimentales con la conductividad verdadera de soluciones estándar de cloruro de potasio. Las celdas nuevas se lavan con mezcla sulfocrómica y los electrodos se platinizan antes de su uso; posteriormente se deben lavar y replatinizar cuando las lecturas sean erráticas, cuando no se obtenga un punto final nítido, o cuando se formen depósitos negros de platino en escamas. Para el platinizado de los electrodos, seguir las indicaciones del fabricante

Con electrodos no platinizados. Construidos de metales comunes (entre otros, acero inoxidable), se emplean para monitoreos continuos o mediciones en campo; se calibra por comparación de las lecturas contra un instrumento de laboratorio. Se debe emplear una celda y un instrumento diseñados correctamente para minimizar errores en la constante de la celda.

5. REACTIVOS

1. Agua desionizada, para conductividad. Existen varios métodos para preparar agua grado reactivo, el más común de los cuales consiste en pasar agua destilada a través de un desionizador de lecho mixto y descartar el primer filtrado. La conductividad debe ser pequeña comparada con el valor a ser medido, generalmente menor de 1 m ohm/cm.
2. Solución estándar de cloruro de potasio, KCl 0,0100 M. Disolver 745,6 mg de KCl anhidro en agua desionizada y diluir a 1000 mL en un balón volumétrico, a 25°C. Guardar en un frasco de vidrio borosilicatado con tapón de vidrio. Esta solución tiene una conductividad de 1412 m ohm/cm a 25°C y es satisfactoria para la mayoría de muestras cuando la celda tiene una constante entre 1 y 2; para otras constantes de celda, usar soluciones de KCl más fuertes o débiles, de acuerdo con la Tabla 1.

6. PROCEDIMIENTO

1. Calibración instrumental. Determinación de la constante de la celda.

Enjuagar la celda de conductividad con mínimo tres porciones de solución 0,01 M de KCl; ajustar la temperatura de una cuarta porción a $25,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$. Si el conductímetro muestra la resistencia, R, ohmios, medir la resistencia de esta porción y anotar la temperatura. Calcular la constante de la celda, C:

$$C (\text{cm}^{-1}) = (0,001412)(R_{\text{KCl}})[1 + 0,019(t - 25)]$$

donde:

R_{KCl} = resistencia medida, ohm, y

t = temperatura registrada, °C.

2. Frecuentemente los conductímetros indican directamente la conductividad; las sondas comerciales poseen un sensor de temperatura. Enjuagar la sonda tres veces con KCl 0,0100 M. Con la sonda en la solución estándar de KCl, ajustar el compensador de temperatura a 0,0191 C⁻¹ y ajustar el medidor para leer 1412 m ohm/cm; este procedimiento ajusta automáticamente la corriente interna de la celda.

2. Medición de la conductividad.

Enjuagar la celda de conductividad con una o más porciones de la muestra. Ajustar la temperatura de otra porción a 25 ± 0,1°C y medir la resistencia o la conductividad de la muestra registrando la temperatura con aproximación de ± 0,1°C.

**TABLA 1. CONDUCTIVIDAD EQUIVALENTE, L , Y CONDUCTIVIDAD, k,
DE SOLUCIONES DE CLORURO DE POTASIO A 25,0°C***

KCl Concentración M ó equiv./L	Conductividad equivalente, L , ohm.cm ² /equiv.	Conductividad k _s , m ohm/cm**
0	149,9	
0,0001	148,9	14,9
0,0005	147,7	73,9
0,001	146,9	146,9
0,005	143,6	717,5
0,01	141,2	1412
0,02	138,2	2765
0,05	133,3	6667
0,1	128,9	12890
0,2	124,0	24800

0,5	117,3	58670
1	111,9	111900

* Basados en el ohm absoluto, la temperatura estándar 1968, y el volumen estándar dm³.

** Los valores son exactos a ± 0,1% o 0,1 m ohm/cm, según el que sea más grande.

7. CÁLCULOS

1. La solución estándar de KCl tiene un coeficiente de temperatura similar a la mayoría de aguas; cuando la temperatura de medición es diferente de 25,0°C se debe aplicar la corrección por temperatura. La conductividad se debe reportar a 25,0°C.
2. Cuando se mide la resistencia de la muestra, la conductividad a 25°C es:

$$K = \frac{(1\ 000\ 000) (C)}{R_m [1 + 0,0191(t - 25)]}$$

donde:

K = conductividad, m ohm/cm,

C = constante de la celda, cm⁻¹,

R_m = resistencia medida de la muestra, ohm, y

t = temperatura de medición

3. Cuando se mide la conductividad de la muestra sin compensación interna de temperatura, la conductividad a 25°C es:

$$k, \text{ umho/cm} = \frac{k_m}{1 + 0,0191(t - 25)}$$

donde:

k_m = conductividad medida, m ohm a t°C, y las demás unidades definidas como antes

3. Para instrumentos con compensación automática de temperatura y lectura directa en m ohm/cm o unidades similares, la lectura se corrige automáticamente para 25°C. Reportar la conductividad medida en las unidades designadas.
4. Para instrumentos que dan valores en unidades SI,

$$1 \text{ mS/m} = 10 \text{ m ohm/cm}, \text{ o inversamente, } 1 \text{ m ohm/cm} = 0,1 \text{ mS/m}$$