

## MANUAL DE CONDUCTIVIDAD DE ELECTROLITOS

Graciela Martínez-Cruz\*, Antonio García-Osornio, Victoria Oralia Hernández-Palacios, Verónica Piña-Morales, Blanca Miriam Granados-Acosta

*Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México*

[graci\\_gmc@hotmail.com](mailto:graci_gmc@hotmail.com)

### Resumen

Este producto se desarrolló en el segundo año del proyecto PAPIME PE205917, por profesores del área de Ciencias Químicas y Diseño y Comunicación Visual, en formato digital, atendiendo los contenidos propios del área de conductividad y su diseño editorial. El material se encuentra en la Red Universitaria de Aprendizaje (RUA) y es de consulta abierta. El “Manual de conductividad de electrolitos” consta de cuatro capítulos: en los tres primeros se trabajan conceptos teóricos y el cuarto se abordan ejemplos de las aplicaciones de esta propiedad. En el primero se establece la definición y tipos de conductividad: la conductividad específica es la cantidad de energía eléctrica que se transporta en una unidad de volumen de disolución y conductividad molar es la cantidad de energía eléctrica que transporta un mol de electrolito en disolución. En el segundo capítulo se aborda el número de transferencia, el cual se define como la fracción de energía eléctrica transferida por cada ión. En el tercero se describe la teoría de Onsanger, que postula una ecuación de conductividad molar, a través de un desarrollo matemático, con base en la naturaleza del disolvente y las interacciones electrostáticas entre los iones. Las aplicaciones de mediciones conductimétricas, se presentan en el capítulo 4 y se desarrollan tres experimentos: Determinación de conductividad molar, Valoración conductimétrica, y Determinación de solubilidad y el producto de solubilidad. El segundo experimento, se incluye un vídeo ligado a YouTube, para un mejor entendimiento del proceso de parte de los estudiantes, el cual fue elaborado por los integrantes de Diseño y Comunicación Visual con indicaciones de parte de los profesores de Ciencias Químicas.

**Palabras clave:** conductividad de electrolitos, número de transferencia, Onsanger

## Introducción

Conductividad de electrolitos es un tema fundamental en el área de electroquímica y está comprendido en los programas de las asignaturas de Electroquímica y Corrosión de la carrera Ingeniería Química, Físicoquímica IV de la licenciatura de Química y Fenómenos de Superficie e iones en Solución de Química Industrial.

La relevancia de este tema radica que posee múltiples aplicaciones tanto en procesos industriales como en investigación: como es en el control de la calidad del agua y en tópicos tan específicos como es la determinación en la concentración micelar crítica ( $c_{mc}$ ).

Por estas razones los profesores del área de Ciencias Químicas interesados en este tema, nos dimos a la tarea de realizar este trabajo, atendiendo los contenidos propios del área de conductividad y su diseño editorial estuvo a cargo de los profesores de Diseño y Comunicación Visual, el cual se elaboró en formato digital. El material se encuentra en la Red Universitaria de Aprendizaje (RUA) y es de consulta abierta. El “Manual de conductividad de electrolitos” consta de cuatro capítulos: en los tres primeros se trabajan conceptos teóricos y el cuarto se abordan ejemplos de las aplicaciones de esta propiedad.

## Objetivo

Elaborar material didáctico en forma digital para un mejor entendimiento del fenómeno de conductividad y sus aplicaciones.

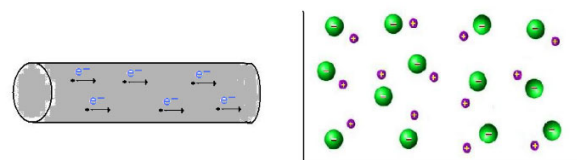
## Capítulo 1. Conductividad de Electrolitos

### 1.1 Definición

La conductividad es la propiedad que poseen los materiales para transportar energía eléctrica, de acuerdo con la nomenclatura establecida por Faraday, existen dos tipos de conductores, los conductores de 1a. clase, que son los metales, los cuales transfieren esta energía, a través del flujo de electrones y los de 2da. Clase, que se refieren a las disoluciones de electrolitos, estos transportan masa y energía por medio del movimiento de iones.

**Figura 1.1.** (a) Alambre metálico: conductor 1a. clase.

(b) Disolución de un electrolito: conductor 2da. clase.



(a)

(b)

clase.

### 1.2 Conductividad específica

La cantidad de energía eléctrica transportada en una unidad de volumen ya sea en un  $\text{cm}^3$  o un  $\text{m}^3$ ) de disolución de un electrolito, es llamada conductividad específica, su símbolo es  $\kappa$ . Las unidades que se manejan para esta propiedad son  $\text{Sm}^{-1}$  o  $\text{Scm}^{-1}$ , S es el símbolo de Siemens y  $\text{S} = \Omega^{-1}$  (Castellan, 1987, p. 811)

$$\kappa = \frac{l}{A} \frac{1}{R} \quad (1.1)$$

Donde:  $\frac{l}{A} = \text{cte. de la celda}$

### 1.3 Conductividad molar

Este parámetro se define como la cantidad de energía eléctrica que puede transportar un mol de electrolito, en disolución. El símbolo que se utiliza para describir esta medida es  $\varphi$  (Koryta, Dvorrák y Kavan, 1993, p. 91).

La relación matemática entre la conductividad específica y la molar es

$$= \frac{\kappa}{1000C} \quad (1.2)$$

## Capítulo 2: Número de transferencia

### 2.1 Definición

El número de transferencia, también conocido como número de transporte, está definido como la fracción de la corriente eléctrica transportada por un ión y se puede establecer matemáticamente por las ecuaciones:

$$t_+ = \frac{+ +}{+ + - -} \quad (2.1)$$

$$t_- = \frac{- -}{+ + - -} \quad (2.2)$$

$$t_+ + t_- = 1 \quad (2.3)$$

Existen varios métodos experimentales para la determinación de este parámetro, aquí se revisan dos: Frontera móvil y Celda de Hittorf (Castellan, 1987, p. 817).

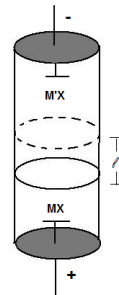


Figura 2.1 Frontera móvil

### Capítulo 3. Teoría de Onsanger

La Teoría de Onsanger toma algunos elementos de la teoría de Debye-Hückel, como es el concepto del ión central rodeado de la atmósfera de contraiones, para explicar los fenómenos de asimetría (deformación de la atmósfera por influencia de un campo eléctrico) y electroforético (impedimento viscoso del disolvente que experimenta el ión central), hechos que modifican la conductividad en disoluciones de electrolitos, dando como resultado la siguiente ecuación (Crow, 1988, p. 59).

$$\Lambda_c = \Lambda_0 - (B_1\Lambda_0 + B_2)\sqrt{C} + bC(1 - B_1)\sqrt{C}$$

### Capítulo 4. Aplicaciones de mediciones de conductividad

Las aplicaciones de la conductividad son numerosas, en este trabajo se establecen tres experimentos:

1. *Determinación experimental de la conductividad molar límite de dos electrolitos KCl (fuerte) y CH<sub>3</sub>COOH (débil).*

Cloruro de potasio (KCl):  $\kappa^\circ = 145.934 \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$

Ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH):  $\kappa^\circ = 373.60 \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$

2. *Valoración conductimétrica:* es una valoración ácido- base, la ventaja de esta técnica que se puede trabajar a bajas concentraciones (Martínez, Cabrera, 2015, p. 25)

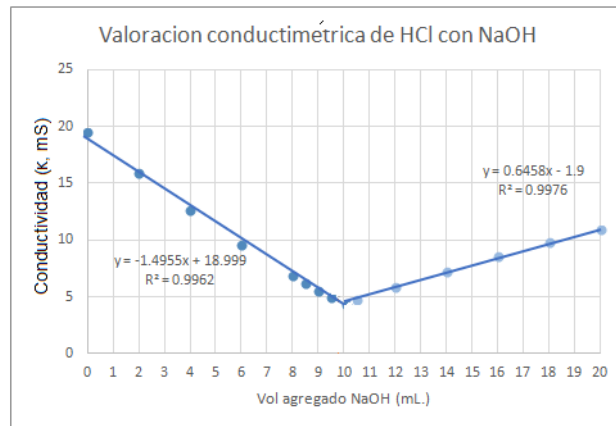


Figura 4.1. Valoración de ácido fuerte con base fuerte.

3. *Determinación de solubilidad y el producto de solubilidad.* Se trabajaron dos sales insolubles.

Cloruro de plata (AgCl):  $S=1.1566 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ ;  $K_{ps}=1.3377 \times 10^{-10}$

Sulfato de bario (BaSO<sub>4</sub>):  $S=1.1566 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ ;  $K_{ps}=1.3377 \times 10^{-10}$

### Conclusiones

Este material digital, alojado en la RUA, desarrollado en forma multidisciplinaria, proporciona los elementos teóricos-experimentales de la conductividad de electrolitos y beneficia a un promedio de 200 alumnos por semestre, inscritos en las asignaturas ya mencionadas, contribuyendo al proceso enseñanza aprendizaje.

### Referencias bibliográficas

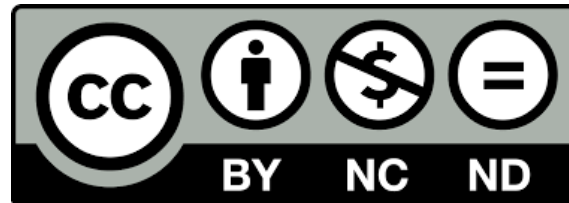
1. Castellan, G.W. (1987). **Fisicoquímica**. (2ª ed.) México: Addison Wesley.
2. Crow, D.R. (1988) **Principles and Applications of Electrochemistry**. (3ª ed.) Great Britain: Chapman & Hall.
3. Koryta, J. Dvorák, J. y Kavan, L. (1993). **Principles of Electrochemistry**. (2ª ed.) Great Britain: JohnWiley & Sons.
4. Martínez C., J., Hernández C., J. (2015). *Manual de Actividades Experimentales de Electroquímica y Corrosión*. FES-C: UNAM



D. R. © UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Excepto donde se indique lo contrario esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución No comercial, No derivada, 4.0 Internacional (CC BY NC ND 4.0 INTERNACIONAL).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



#### ENTIDAD EDITORA

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Av. Universidad 3000, Universidad Nacional Autónoma de México, C.U., Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.

#### FORMA SUGERIDA DE CITAR:

Martínez-Cruz, G., García-Osornio, A., Hernández-Palacios, V. O., Piña-Morales, V., y Granados-Acosta, B. M. (2019). Manual de conductividad de electrolitos. *MEMORIAS DEL CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA (CONATEC)*, Año 2, No. 2, septiembre 2019 - agosto 2020. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.

[https://tecnicosacademicos.cuautitlan.unam.mx/CongresoTA/memorias2019/mem2019\\_paper25.html](https://tecnicosacademicos.cuautitlan.unam.mx/CongresoTA/memorias2019/mem2019_paper25.html)