

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE QUÍMICA**

**PROGRAMAS DE ESTUDIO**  
**SEXTO SEMESTRE**

<b>Asignatura</b> <b>FUNDAMENTOS DE PROCESADO ELECTROMETALÚRGICO</b>	<b>Ciclo</b> <b>FUNDAMENTAL DE LA PROFESIÓN</b>	<b>Área</b> <b>INGENIERÍA METALÚRGICA</b>	<b>Departamento</b> <b>INGENIERÍA METALÚRGICA</b>
---	--	--	--

**HORAS/SEMANA**

<b>OBLIGATORIA</b>	<b>CLAVE 1631</b>	<b>TEORÍA 4 h</b>	<b>PRÁCTICA 3 h</b>	<b>CRÉDITOS 11</b>
--------------------	-------------------	-------------------	---------------------	--------------------

<b>Tipo de asignatura:</b>	<b>TEÓRICO-PRÁCTICA</b>
<b>Modalidad de la asignatura:</b>	<b>CURSO.</b>

<b>ASIGNATURA PRECEDENTE:</b> Ninguna.
<b>ASIGNATURA SUBSECUENTE:</b> Seriación obligatoria con “Corrosión y Protección” y Electrometalurgia
<b>OBJETIVO(S):</b> Presentar y discutir las bases teórico-prácticas que permitan una comprensión de los fenómenos y mecanismos electroquímicos en medios acuosos. Proporcionar una formación científica adecuada en los aspectos básicos y aplicados de la electroquímica. Comprender los principios termodinámicos y cinéticos sobre los que se basa cualquier proceso electroquímico. Entender el transporte de carga entre dos fases. Describir la estructura de la interfase metal/solución. Explicar los fenómenos cinéticos básicos que controlan la transferencia de carga a través de la interfase.

**UNIDADES TEMÁTICAS**

<b>NÚMERO DE HORAS POR UNIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
2T—1P 3 h.	1. INTRODUCCIÓN. PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LA ELECTROQUÍMICA.
15T—24P 39 h.	2. IÓNICA. 2.1. Iónica. Conductividad de las soluciones electrolíticas. Conceptos fundamentales (resistividad, conductancia, conductividad específica, conductividad equivalente y conductividad molar de soluciones). Conductividad de diferentes electrolitos (fuertes y débiles). Conductividad y concentración. Conductividad a dilución infinita, Determinación experimental. Ley de Kohlrausch, ley de dilución de Ostwald. Movilidad iónica. 2.2. Número de transporte. Determinación experimental. Definición. Métodos de determinación experimental (Método de Hittorf, Método de frontera móvil y Método de fuerza electromotriz). Número de transporte y concentración. 2.3. Celdas electroquímicas en equilibrio. Sistemas electroquímicos. Clasificación. Convenciones IUPAQ.

	<p>2.4. Leyes de Faraday. Coulombimetría.</p> <p>2.5. Termodinámica electroquímica. Reacciones electroquímicas en equilibrio. Ecuación de Nernst, potencial de electrodo, potencial de celda. Serie electromotriz. Predicción de reacciones.</p> <p>2.6. Celdas de concentración con y sin transporte.</p> <p>2.7. Diagramas potencial - pH (Pourbaix). Trazo. Interpretación. Aplicaciones. Ventajas y desventajas.</p>
<p>37T—20P 57 h.</p>	<p>3. ELECTRODICA.</p> <p>3.1. Electródica. La interfase electrificada. Introducción al estudio de la interfase electrificada. Desarrollo histórico. Descripción cualitativa de la interfase. Electrodo idealmente polarizables. Electrodo no polarizables idealmente. Medida de la diferencia de potencial a través de una interfase.</p> <p>3.2. Tratamiento termodinámico de la interfase electrificada. Introducción. Ecuación de adsorción de Gibbs. Ecuación electrocapilar para electrodos polarizados idealmente. Significados físicos de la ecuación electrocapilar. Zona difusa y capacidad diferencial. Teoría de Stern. Potencial y su variación con E. Variación del potencial con la distancia al electrodo. Espesor efectivo de la zona difusa. Cálculo de los componentes de carga de la interfase. Validez de la teoría de Gouy-Chapman-Stern.</p> <p>3.3. Teoría del sobrepotencial. Introducción. Planteamiento histórico. Sobrepotencial y polarización. Tipos de sobrepotencial. Términos y definiciones. Potencial, voltaje y tensión.</p> <p>3.4. Sobrepotencial de transferencia de carga. Introducción. Influencia del campo eléctrico en la velocidad de reacción. Ecuación de Butler-Volmer. Diagramas corriente-potencial. Modificación de la ecuación de Butler-Volmer para sobrepotenciales elevados. Ley de Tafel. Aproximación lineal de la ecuación de Butler-Volmer.</p> <p>3.5. Sobrepotencial de difusión. Conceptos iniciales. Definición de concentración en la zona o superficie del electrodo. Fenómenos de transporte de materia en electrolitos. Procesos regidos por difusión. Corriente de difusión para un proceso lineal estacionario. Influencia de la migración en la corriente de difusión. Capa de difusión. Relación entre sobrepotencial de difusión y reacción global. Procesos de difusión plana no estacionaria. Variación de la corriente límite con el tiempo para un potencial dado, en estado transitorio. Método potencioestático. Variación del sobrepotencial de difusión con el tiempo a intensidad constante.</p> <p>3.6. Sobrepotencial de reacción. Definición. Tipos de procesos. Nacimiento del sobrepotencial de reacción. Reacción química homogénea como etapa determinante de la velocidad.</p> <p>3.7. Principios básicos de investigación en la electródica experimental. Introducción. Principios de investigación electródica experimental. Técnicas empleadas en el estudio de mecanismos electródicos. Sistemas de dos y tres electrodos. Potencioestato. Aplicaciones. Técnicas potencioestáticas y galvanostáticas. Métodos en estado estacionario. Métodos no estacionarios.</p>
<p>10T—3P 13 h.</p>	<p>4. APLICACIONES.</p> <p>4.1. Reacciones electroquímicas de interés práctico. Procesos anódicos: oxígeno, cloro. Procesos catódicos: reducción oxígeno, agua, obtención electrolítica de metales.</p> <p>4.2. Aplicaciones y casos prácticos. Corrosión. Electroquímica de minerales. Flotación. Celdas de combustible.</p>

SUMA: 64T - 48P

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

1. Bockris, J. O. M. y Reddy, A. K. N., *Electroquímica Moderna*, Volumen I y II. Barcelona, Editorial Reverte, re-edición abril 2003.
2. Butler, J. N., *Ionic equilibrium, solubility and pH calculations*, NY, Wiley, 1998.
3. Bockris, J. O. M. and Reddy, A. K. N., *Modern electrochemistry 1: Ionics*, 2nd ed., NY, Plenum, 1998.
4. Bockris, J. O. M., Reddy, A. K. N. and Gamboa-Aldeco, M., *Modern electrochemistry 2A: Fundamentals of Electrodeics*, 2nd ed., NY, Kluwer/Plenum, 2000.
5. Popov, K. I., Djokic, S. S. and Grgur, B.N., *Fundamental aspects of electrometallurgy*, Boston, Kluwer, 2002.
6. Raichev, R., Veleva, L., Valdez, B., *Corrosión de metales y degradación de materiales*, Cinvestav-UABC, 2009.
7. Núñez Valdés, C., Peláez Abellán, E., *Electroquímica iónica: Fenómenos irreversibles en las soluciones electrolíticas*, Tomo II, IPN-Ministerio de Educación Superior, México D.F., 1997.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

1. Wieckowski, A., (Ed), *Interfacial electrochemistry: theory, experiment and applications*, NY, Dekker, 1999.
2. Vetter, K. J., *Electrochemical Kinetics: Theoretical and Experimental Aspects*, NY, Academic Press, 1967.
3. Erdey-Gruz, T., *Electrochemical Kinetics: Theoretical and Experimental Aspects*, NY, Academic Press, 1967.
4. Bard, A. J., (Ed), *Interfacial kinetics and mass transport (Encyclopedia of Electrochemistry, Vol. 2)* A.J. Bard and M. Stratmann (Series Ed), Germany, Wiley-VCH, Weinheim, 2002.
5. Conway, B. E. and White, R. E. (Ed), *Modern aspects of electrochemistry*, 35 volúmenes, NY, Kluwer/Plenum, 2002.
6. Gileadi, E. and Urbakh, M. (Ed), *Thermodynamics and electrified interfaces (Encyclopedia of Electrochemistry, Vol. 1)* A.J. Bard and M. Stratmann (Series Ed), Germany, Wiley-VCH, Weinheim, 2002.
7. Milchev, A., *Electrocrystallization: fundamentals of nucleation and growth*, Boston, Kluwer, 2002.
8. Bard, A. J. and Faulkner, L. R., *Electrochemical methods: fundamentals and applications*, 2nd ed., NY, Wiley, 2001.
9. Larminie, J. and Dicks, A., *Fuel cell systems explained*, NY, Wiley, 2000.
10. Rajeshwar, K. and Ibañez, J. G., *Environmental electrochemistry: fundamentals and applications in pollution abatement*, NY, Academic, 1997.
11. Avila, J. y Genesca, J., *Más allá de la herrumbre III*, México D.F., FCE., 1994

**SUGERENCIAS DIDÁCTICAS**

Exposición oral por parte del profesor. Resolución de problemas. Análisis de resultados experimentales en clase y estudio de casos típicos. Seminarios de discusión sobre tópicos específicos.

**FORMA DE EVALUAR**

Dos exámenes parciales y un examen final. Elaboración de un trabajo monográfico de investigación.

**PERFIL PROFESIOGRÁFICO DE QUIENES PUEDEN IMPARTIR LA ASIGNATURA**

Profesor de carrera activo en investigación en corrosión, electrometalurgia, hidrometalurgia.