UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA
EN INGENIERÍA QUÍMICA

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DE:				
ELECTROQUÍMICA Y CORROSIÓN				
IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA				
MODALIDAD:	Curso			
TIPO DE ASIGNATURA:	Teórico-Práctica			
SEMESTRE EN QUE SE IMPARTE:	Cuarto			
CARÁCTER DE LA ASIGNATURA:	Obligatoria			
NÚMERO DE CRÉDITOS:	8			
HORAS A LA SEMANA: 5	**Teóricas:** 3	**Prácticas:** 2	**Semanas de clase:** 16	**TOTAL DE HORAS:** 80
SERIACIÓN: Si (X) No ( )	Obligatoria (X)	Indicativa ( )		
SERIACIÓN ANTECEDENTE:	Seriación por bloques. Haber aprobado por lo menos el 80% de las asignaturas de los 3 primeros semestres.			
SERIACIÓN SUBSECUENTE:	Ninguna			

OBJETIVO GENERAL:
Al final del curso el alumno deberá ser capaz de explicar los fenómenos que suceden como consecuencia de la interacción entre la corriente eléctrica y los sistemas químicos, discutiendo los procesos de disociación y migración iónica, semirreacciones electroquímicas en los electrodos y difusión molecular de las especies a través de las soluciones electrolíticas, además de describir las aplicaciones tecnológicas de la electroquímica en el diseño de procesos de electrodeposición, galvanización, electrólisis y protección anticorrosiva.

ÍNDICE TEMÁTICO

UNIDAD	TEMAS	Horas Teóricas	Horas prácticas
1	Electroquímica. Fundamentos	3	4
2	Disociación Electrolítica y Transporte Iónico	9	8
3	Potenciales y Termodinámica de las Celdas	9	8
4	Estructura de la Doble Capa Electroquímica en Fronteras de Fase	3	0
5	Cinética de Reacciones Electródicas	9	4
6	Corrosión, Mecanismos y Protección Anticorrosiva	6	4
7	Procesos Electroquímicos Industriales	9	4

	TOTAL DE HORAS TEÓRICAS	**48**	**0**
	TOTAL DE HORAS PRÁCTICAS	**0**	**32**
	TOTAL DE HORAS	**80**	

CONTENIDO TEMÁTICO

1. ELECTROQUÍMICA. FUNDAMENTOS

1.1. Antecedentes históricos y panorama actual de la electroquímica.
1.2. Fundamentos de electricidad básica, ley de Ohm, soluciones, electrolitos. La resistencia en los aparatos de medición.
1.3. Celdas electrolíticas y galvánicas. Simbología, funcionamiento y aplicaciones.
1.4. Leyes de Faraday.
1.5. Migración, difusión y movimiento de iones.

2. DISOCIACIÓN ELECTROLÍTICA Y TRANSPORTE IÓNICO

2.1. Conductividad específica, molar y equivalente en disoluciones.
2.2. Medición de la conductividad electrolítica.
2.3. Ley de Kohlrausch. Cálculo de conductividad límite de electrolitos fuertes.
2.4. Ley de migración de iones, ecuación de Arrhenius, ley de la dilución de Ostwald para cálculo de la conductividad molar límite de electrolitos débiles.
2.5. Variación de la conductividad con la temperatura.
2.6. Movilidad iónica y teoría de transporte.
  2.6.1. Números de transporte.
    2.6.1.1. Cálculo teórico.
    2.6.1.2. Determinación experimental (frontera móvil y celda de Hittorf).
2.7. Aplicaciones de mediciones de conductividad.
2.8. Teoría de la conductividad electrolítica. Toería de Debye-Hückel-Onsager para electrolitos diluidos.
  2.8.1. Introducción al modelo: nubes iónicas, relajación y efectos electroforéticos.
  2.8.2. Cálculo del potencial eléctrico debido al ión central y su nube iónica.
  2.8.3. Ecuación de debye-Hückel-Onsager.
2.9. Concepto de actividad desde el punto de vista electroquímico.
  2.9.1. Determinación de coeficientes de actividad con la ecuación de Debye-Hückel. Dependencia de la concentración.

3. POTENCIALES Y TERMODINÁMICA DE LAS CELDAS

3.1. Termodinámica electroquímica básica
  3.1.1. Espontaneidad y Reversibilidad.
  3.1.2. Potencial electroquímico.
  3.1.3. Reversibilidad y Energía Libre de Gibbs.
  3.1.4. Energía libre y fuerza Electromotriz de la celda.

3.1.5. Semirreacciones y Potenciales Redox.

3.2. Potenciales electródicos y su dependencia con la concentración, presión y temperatura.

3.3. Equilibrio Electroquímico y Ecuación de Nernst.

3.3.1. Ecuación de Nernst para electrodos redox.

3.3.2. Ecuación de Nernst para electrodos gaseosos.

3.3.3. Constante de Equilibrio.

3.4. Cálculo de la fuerza electromotriz de una celda a partir de datos termodinámicos

3.4.1. Dependencia del voltaje de celda con la temperatura.

3.4.2. Dependencia del voltaje de celda con la presión. Corriente residual para la electrólisis de soluciones acuosas.

3.5. Electrodos de referencia y la serie electroquímica.

3.5.1. Series electroquímicas en disolventes no acuosos. Predicción de reacciones redox.

3.5.2. Predominio de especies.

3.5.3. Electrodos de referencia en disolventes no acuosos e intervalo útil.

3.6. Potenciales de unión líquida.

3.6.1. Origen de los potenciales de unión líquida.

3.6.2. Cálculo de potenciales de difusión.

3.6.3. Celdas de concentración con y sin transferencia.

3.6.4. Eliminación de los potenciales de difusión.

3.7. Potenciales de membrana.

3.8. Cálculo de funciones termodinámicas de estado en reacciones electroquímicas.

3.9. Fundamentos termodinámicos de las titulaciones potenciométricas.

4. ESTRUCTURA DE LA DOBLE CAPA ELECTROQUÍMICA EN FRONTERAS DE FASE

4.1. Trayectoria iónica en una reacción electródica general.

4.2. Descripción de la estructura de la doble capa.

4.3. Modelo de la Doble Capa de Helmholtz.

4.4. Doble capa de Helmholtz y difusa. Potencial Z.

4.5. Adsorción de iones. Dipolos y moléculas neutras. Potencial de carga cero.

4.6. Capacitancia de la doble capa

4.6.1. Escalón de potencial.

4.6.2. Escalón de corriente.

4.6.3. Rampa de potencial.

4.7. Efectos electrocinéticos: electroforesis, electro-ósmosis. Efecto Dorn y potencial de apantallamiento.

5. CINÉTICA DE REACCIONES ELECTRÓDICAS

5.1. Características Esenciales de las Reacciones Electródicas.

5.2. Curvas Voltamperométricas y Sobrepotencial

5.2.1. Electrodo ideal polarizable.

5.2.2. Electrodo ideal no polarizable.

5.2.3. Electrodos semipolarizable.
5.3. Corriente Farádica y rapidez de reacción.
5.4. Etapa determinante de la rapidez de reacción.
5.5. Modelo de Butler-Volmer de la Cinética electródica.
5.5.1. Efectos del potencial sobre las barreras de energía.
5.5.2. Procesos de un electrón y un solo paso.
5.5.3. La constante de velocidad estándar.
5.5.4. Energía de activación electroquímica. Factor de Simetría.
5.5.5. El coeficiente de transferencia.
5.5.6. Densidad de corriente de intercambio al equilibrio.
5.5.7. Ecuación de sobrepotencial-corriente.
5.5.8. Formas aproximadas de la ecuación corriente-sobrepotencial.
5.5.8.1. Efecto de ausencia de transferencia de masa.
5.5.8.2. Linealidad a pequeño sobrepotencial.
5.5.8.3. Modelo de Tafel para grandes sobrepotenciales.
5.5.9. Efectos de la transferencia de masa.
5.6. Relación entre el sobrepotencial por concentración y la ecuación de Butler-Volmer.
5.7. Sobrepotencial por difusión y la capa de difusión.
5.7.1. Comportamiento cronoamperométrico a potencial constante y concentración superficial constante.
5.7.2. Comportamiento cronopotenciométrico a corriente constante. Electrólisis galvanostática.
5.8. Transporte por convección.
5.9. Transporte de masa por migración. Ecuación de Nernst-Planck.
5.10. Efecto de reacciones químicas simultáneas sobre la curva voltamperométrica.
5.11. Sobrepotencial por reacción. Corriente limite por reacción y espesor de la capa límite reaccionante.

6. CORROSIÓN, MECANISMOS Y PROTECCIÓN ANTICORROSIVA

6.1. Mecanismo
6.1.1. Fenómenos de difusión.
6.1.2. Fenómenos de transporte.
6.2. Transferencia de carga.
6.3. Modelos matemáticos y su resolución analítica o numérica para superficies planas.
6.4. Celdas internas y externas de corrosión.
6.5. Grado promedio de corrosión.
6.6. Curvas potenciostáticas.
6.7. Diagramas de Pourbaix.
6.8. Protección anticorrosiva.
6.8.1. Zona de inhibición en el diagrama de Pourbaix.
6.8.2. Pasivación.
6.8.3. Ánodo de sacrificio.
6.8.4. Protección anticorrosiva catódica.

6.8.5. Inhibición de la corrosión a través de la formación de películas. Recubrimiento electroforético de metales.

7. PROCESOS ELECTROQUÍMICOS INDUSTRIALES

7.1. Características esenciales
7.2. Diseño de celdas clásicas y rendimiento espacio-temporal
7.3. Electrocatálisis
  7.3.1. Morfología de la electrocatálisis
  7.3.2. Ecuaciones diferenciales gobernantes y su solución analítica o numérica
7.4. Sobrepotencial de activación
7.5. Extracción electroquímica y purificación de metales
7.6. Purificación de metales en soluciones acuosas
7.7. Electrólisis controlada por densidad de corriente primaria y secundaria.
7.8. Electrólisis de sales fundidas
7.9. Celdas electroquímicas de Diafragma
7.10. Procesos electroquímicos de membrana
7.11. Síntesis electroorgánica
7.12. Celdas de combustible
7.13. Baterías primarias y secundarias
7.14. Técnicas y métodos de caracterización de procesos electroquímicos: Impedancia compleja y voltametría cíclica

ACTIVIDADES PRÁCTICAS:

Durante las sesiones prácticas se realizarán experimentos que se relacionen con las unidades temáticas del programa; estas actividades deberán reflejar el número de horas prácticas señaladas en el programa. Se sugiere que la selección de los experimentos a realizar se establezca en forma colegiada por los profesores del área y se actualice de manera continua. Estas actividades deberán ser consideradas en la evaluación final de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

- Bard, A. J., Faulkner, L. R. Electrochemical Methods. Fundamentals and Applications. 2nd ed. John Wiley and sons. USA. 2001.
- Bagotsky, V. S. Fundamentals of Electrochemistry. 2nd ed. Wiley Interscience. USA. 2011.
- Bockris, J. O. M., Reddy, A. K. N. Electroquímica Moderna. Reverté. Barcelona. 2003.
- Gileadi, E. Physical Electrochemistry. Fundamentals, Techniques and Applications. Wiley-VCH. Weinheim. 2011.

- Hamann, C. H., Hamnett, A., Vielstich, W. Electrochemistry. 2nd ed. Wiley-VCH. Berlin. 2007.
- Holze, R. Experimental Electrochemistry. Wiley-VCH. Weinheim. 2009.
- Newman, J., Thomas, A. K. Electrochemycal Systems. 3rd ed. Wiley Interscience. USA. 2004.
- Pérez, N. Electrochemistry and Corrosion Science. Springer (Kluwer Academic Pub.). Massachusetts. 2004.
- Revie, R. W. Corrosion and Corrosion Control. Wiley Interscience. New York. 2008.
- Pletcher, D., Saxton, H. A first course in electrode processes. Royal Society of Chemistry Pub. UK. 2009.
- Singh, V. G. Applied Electrochemistry. Nova Science Pub Inc. 2010.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Britz, D. Digital Simulation in Electrochemistry. 3rd ed. Springer Verlag. Germany. 2010.
- Izutsu, K. Electrochemistry in Nonaqueous Solutions. Wiley VCH. Weinheim. 2010.
- Kulikovsky, A. A. Analytical Modelling of Fuel Cells. Elsevier Science. Amsterdam. 2010.
- Roberge, P. Corrosion Engineering. Principles and Practice. Mc Graw Hill Professional. USA. 2008.
- Schlesinger, M. Modern Aspects of Electrochemistry, Vol. 43. Mathematical Modeling in Electochemistry. Springer. New York. 2008.
- Schlesinger, M. Modern Aspects of Electrochemistry, Vol. 44. Modelling and Numerical Simulations II. Springer. New York. 2009.
- Zanello, P., Nervi, C., Fabrizi de Biani, F. Inorganic Electrochemistry. Royal Society of Chemistry Publishing. Cornwall. 2003.
- Wendt, H., Kreysa, G. Electrochemical Engineering. Science and Technology in Chemical and other industries. Springer-Verlag. Berlin. 2010.
- Zoski, C. G. Handbook of Electrochemistry. Elsevier Science. Amsterdam. 2007.

CIBERGRAFÍA

- www.emagister.com/cursos.../electroquimica-tps-1273700.htm
- www.river.vansd.org/14544/chemwebtutorial/tutelectrochem.html
- www.files.chem.vt.edu/chem-ed/echem/electroc.html
- www.tutors4you.com/electrochemicalcells.htm
- www.wiziq.com/tutorials/electrochemistry.htm

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS RECOMENDADAS PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS	UTILIZACIÓN EN EL CURSO
Exposición oral	X
Exposición audiovisual	
Actividades prácticas dentro de clase	X
Actividades experimentales de laboratorio	X
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	
Lecturas obligatorias	
Trabajo de investigación	
Prácticas de Taller	
Otras	

MECANISMOS DE EVALUACIÓN.

ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EVALUAR EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	UTILIZACIÓN EN EL CURSO
Exámenes parciales	X
Examen final	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X
Actividades experimentales de laboratorio	X
Exposición de seminarios por los alumnos.	
Participación en clase	X
Resolución de problemas y ejercicios en clase	X
Asistencia	

PERFIL PROFESIOGRÁFICO REQUERIDO PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA			
LICENCIATURA	POSGRADO	ÁREA INDISPENSABLE	ÁREA DESEABLE
Ingeniería Química ó, Química ó, Química Industrial ó, Ingeniería Química Metalúrgica	Ciencias Químicas	Fisicoquímica	Electroquímica
Con experiencia docente			