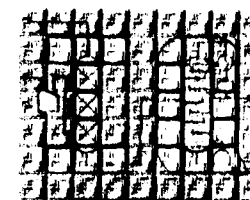




**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
DIVISIÓN DE CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS**



CARRERA DE : **INGENIERÍA QUÍMICA**

PAQUETE TERMINAL : **ELECTROQUÍMICA**

PROGRAMA DE: **REACTORES ELECTROQUÍMICOS**

ÓRGANO INTERNO QUE COORDINA EL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA: **DEPARTAMENTO DE QUÍMICA. SECCIÓN DE INGENIERÍA QUÍMICA**

CAMPO : **COMPLEMENTARIO**

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA : **OPTATIVA**

UBICACIÓN SEMESTRE : **9º**

MODALIDAD : **CURSO**

HORAS/SEMANA/SEMESTRE : **T 6**

No. DE CRÉDITOS : **12**

INTRODUCCIÓN

EN LAS REACCIONES ELECTROQUÍMICAS CONVERGEN VARIOS FENÓMENOS QUE HACEN UN POCO DIFÍCIL SU ESTUDIO, PERO QUE A SU VEZ REPRESENTAN UN RETO PARA LA CAPACIDAD INTELECTUAL DE UN INGENIERO QUÍMICO. PUEDEN EXISTIR PROCESOS DE DIFUSIÓN MOLECULAR Y CONVECTIVA, MOVILIZACIÓN IÓNICA POR INTERACCIONES COULOMBIANAS, FENÓMENOS DE SUPERFICIE EN LOS ELECTRODOS; LAS SEMIRREACCIONES ELECTRÓDICAS PUEDEN EXHIBIR PROBLEMAS CINÉTICOS, CON SUS CORRESPONDIENTES SOBREPOTENCIAL CATÓDICO O ANÓDICO, ETCÉTERA. ADEMÁS SE PUEDE INFLUIR SOBRE LA VELOCIDAD Y ESPONTANEIDAD DE LAS REACCIONES POR ADICIÓN DE ESPECIES QUÍMICAS COMPLEJANTES O POR VARIACIÓN DEL pH AMBIENTAL. EL DISEÑO DE UNA CELDA ELECTROLÍTICA REQUIERE DE LA RESOLUCIÓN DE UN SISTEMA DE ECUACIONES DIFERENCIALES ACOPLADAS, QUE CORRESPONDEN A LA ECUACIÓN DE FICK EN ESTADO TRANSITORIO, EXTENDIDA PARA TOMAR EN CUENTA LOS EFECTOS CONVECTIVOS Y COULOMBIANOS. LA UTILIZACIÓN DE MÉTODOS NUMÉRICOS, COMO EL DE LOS ELEMENTOS FINITOS, REPRESENTA UNA ALTERNATIVA VIABLE. EN ESTE CURSO, EL SEGUNDO DEL PAQUETE TERMINAL DE INGENIERÍA ELECTROQUÍMICA SE LE BRINDAN, AL ESTUDIANTE, LOS CONCEPTOS FÍSICOQUÍMICOS QUE LE PERMITIRÁN DISEÑAR REACTORES ELECTROQUÍMICOS Y CELDAS DE COMBUSTIÓN.

OBJETIVOS GENERALES DE APRENDIZAJE :

AL FINALIZAR EL CURSO EL ALUMNO SERÁ CAPAZ DE :

ESCRIBIR MODELOS MATEMÁTICOS QUE CARACTERICEN EL FUNCIONAMIENTO DE REACTORES ELECTROQUÍMICOS Y UTILIZAR MÉTODOS ANALÍTICOS O NUMÉRICOS PARA SU SOLUCIÓN.



DIRECCIÓN GENERAL DE
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
SUBDIRECCIÓN DE
CERTIFICACIÓN Y CONTROL
DOCUMENTAL
DIRECCIÓN DE PLANES
Y PROGRAMAS DE ESTUDIO



DIRECCION GENERAL DE
ADMINISTRACION ESCOLAR
SUBDIRECCION DE

CONTROL
DOCUMENTAL
DEPARTAMENTO DE PLANES
Y PROGRAMAS DE ESTUDIO

PROGRAMA:

<p>UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LOS REACTORES ELECTROQUÍMICOS.</p> <ul style="list-style-type: none">1.2 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES1.3 TERMODINÁMICA1.4 CINÉTICA1.5 FENÓMENOS DE TRANSPORTE1.6 METALURGIA Y CIENCIA DE MATERIALES.1.7 PRINCIPIOS DE CONSERVACIÓN1.8 DISEÑO DE REACTORES ELECTROQUÍMICOS.<ul style="list-style-type: none">1.7.1 SELECCIÓN DE REACTIVOS.1.7.2 SELECCIÓN DE ELECTRODOS.1.7.3 SELECCIÓN DEL ELECTROLITO1.7.4 SELECCIÓN DE SEPARADORES1.7.5 DISEÑO DE CELDAS ELECTROQUÍMICAS1.7.6 INTEGRACIÓN DEL SISTEMA.1.7.7 OTRAS CLASES IMPORTANTES DE REACTORES ELECTROQUÍMICOS	<p>UNIDAD 6. PROBLEMAS TRADICIONALES EN EL FUNCIONAMIENTO DE REACTORES ELECTROQUÍMICOS.</p> <ul style="list-style-type: none">6.1 SELECTIVIDAD PARA LOS PRODUCTOS DE LA ELECTROLISIS6.2 PROBLEMAS DE INTERFASE.6.3 PROBLEMAS CON LOS ELECTRODOS<ul style="list-style-type: none">6.3.1 FALLA MECÁNICA DE LOS ÁNODOS6.3.2 FALLA DEL ÁNODO DEBIDO A CORROSIÓN QUÍMICA6.3.3 FALLA DEL ÁNODO DEBIDO A CORROSIÓN ELECTROQUÍMICA6.3.4 FALLA DEL ÁNODO DEBIDO A FACTORES METALÚRGICOS6.3.5 FALLA DEL ÁNODO DEBIDO A REACTORES MICROBIANOS6.3.6 FALLA DE LOS CÁTODOS6.4 PROBLEMAS CON LA EVOLUCIÓN DEL GAS<ul style="list-style-type: none">6.4.1 EFECTOS DE BURBUJEIO6.4.2 EFICIENCIA DE LA EVOLUCIÓN DEL GAS6.4.3 NUCLEACIÓN, CRECIMIENTO DE BURBUJA Y ALEJAMIENTO DE LA BURBUJA6.4.4 TRANSFERENCIA DE MASA6.4.5 TRANSFERENCIA DE CALOR6.5 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE DISPERSIONES GAS-ELECTROLITO
<p>UNIDAD 2. FUNDAMENTOS DEL FUNCIONAMIENTO DE REACTORES ELECTROQUÍMICOS</p> <ul style="list-style-type: none">2.1 RELACIONES TERMODINÁMICAS E INTERFACES CARGADAS2.2 FUERZA ELECTROMOTRIZ, POTENCIAL Y SOBREPOTENCIAL ELECTRÓDICOS2.3 VOLTAJE TERMINAL DEL ELECTROLIZADOR.2.4 PROCESOS DE TRANSPORTE EN SOLUCIONES ELECTROLÍTICAS2.5 LEYES DE FARADAY	
<p>UNIDAD 3. FUNDAMENTOS DE CINÉTICA ELECTRÓDICA.</p> <ul style="list-style-type: none">3.1 PROCESOS ELECTRÓDICOS Y SUS ETAPAS FUNDAMENTALES3.2 PROCESO CONTROLADO POR TRANSPORTE DE CARGA3.3 PROCESO CONTROLADO POR REACCIÓN QUÍMICA.3.4 PROCESO CONTROLADO POR DIFUSIÓN.3.5 DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE PARÁMETROS CINÉTICOS3.6 CLASIFICACIÓN DE MÉTODOS EXPERIMENTALES PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS CINÉTICOS	<p>UNIDAD 7. DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO DE LOS ELECTRODOS.</p> <ul style="list-style-type: none">7.1 CELDAS UNITARIAS DEL RECTOR ELECTROQUÍMICO7.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ELECTRODOS PARA EL DISEÑO DE REACTORES ELECTROQUÍMICOS7.3 SELECCIÓN Y DISEÑO DE ELECTRODOS7.4 ASPECTOS ELECTROCATALÍTICOS DE INTERÉS PARA EL DISEÑO DE CELDAS ELECTROLÍTICAS7.5 DISTRIBUCIÓN DE CORRIENTE<ul style="list-style-type: none">7.5.1 DISTRIBUCIONES DE CORRIENTE PRIMARIA Y SECUNDARIA7.5.2 DISTRIBUCIÓN DE CORRIENTE TERCIARIA7.5.3 RESISTENCIA ELECTRÓDICA EFECTOS TERMINALES7.6 FORMACIÓN DE BURBUJAS Y DISEÑO DE ELECTRODOS<ul style="list-style-type: none">7.6.1 INFLUENCIA DE LAS BURBUJAS SOBRE LA RESISTENCIA ELECTRÓDICA7.6.2 INFLUENCIA DE LAS BURBUJAS SOBRE LA VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA DE MASA7.7 TRANSFERENCIA DE MASA EN LOS ELECTRODOS.<ul style="list-style-type: none">7.7.1 TRANSFERENCIA DE MASA EN LOS ELECTRODOS BAJO CONVECCIÓN FORZADA7.7.2 TRANSFERENCIA DE MASA BAJO CONVECCIÓN NATURAL.7.7 DIFERENTES TIPOS DE ELECTRODOS COMPACTOS, TRIDIMENSIONALES, POROSOS7.8 OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO.
<p>UNIDAD 4. CONCEPTOS DE DISEÑO EN INGENIERÍA ELECTROQUÍMICA</p> <ul style="list-style-type: none">4.1 CONCEPTOS DE DISEÑO DE LA CELDA ELECTROLÍTICA.4.2 AHORRO DE ENERGÍA4.3 SELECCIÓN DEL REACTOR ELECTROQUÍMICO.4.4 ESCALAMIENTO.4.5 SEGURIDAD4.6 STATUS PRESENTE Y FUTURO EN EL DISEÑO DE REACTORES ELECTROQUÍMICOS	
<p>UNIDAD 5. TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA</p> <ul style="list-style-type: none">5.1 FENÓMENOS DE TRANSPORTE EN CELDAS ELECTROLÍTICAS5.2 ELEMENTOS DE TRANSFERENCIA IÓNICA.5.3 TRANSFERENCIA DE MASA EN REACTORES ELECTROQUÍMICOS.5.4 TRANSFERENCIA DE CALOR EN REACTORES ELECTROQUÍMICOS.5.5 TRANSFERENCIA SIMULTÁNEA DE CALOR Y MASA	

<p>UNIDAD 8. ELECTROLITOS. 8.1 ELECTROLITOS LÍQUIDOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS 8.2 ELECTROLITOS FUNDIDOS 8.3 CARACTERÍSTICAS FISIQUÍMICAS DE LOS ELECTROLITOS 8.4 ADITIVOS ELECTROLÍTICOS 8.5 ELECTROLITOS SÓLIDOS 8.6 SELECCIÓN Y APLICACIONES DE LOS ELECTROLITOS SÓLIDOS</p> <p>UNIDAD 9. SEPARADORES. 9.1 CLASIFICACIÓN DE SEPARADORES 9.2 HIDRODINÁMICA Y FENÓMENOS ELECTROQUÍMICOS EN DIAFRAGMAS Y MEMBRANAS 9.3 FENÓMENOS DE TRANSPORTE EN ESTADO ESTACIONARIO EN DIAFRAGMAS. 9.3 MEMBRANAS Y DIAFRAGMAS COMPUESTAS. 9.4 SELECCIÓN DEL SEPARADOR.</p>	<p>UNIDAD 11. BATERIAS Y CELDAS DE COMBUSTIÓN. 11.1 CELDAS PRIMARIAS 1.2 CELDAS RECARGABLES Y BATERIAS 1.3 BATERÍAS CLÁSICAS Y NUEVOS MATERIALES PARA BATERIAS 1.4 TERMODINÁMICA Y ELECTROQUÍMICA 1.5 DESCRIPCIÓN DE DIFERENTES SISTEMAS 1.5.1 SISTEMAS DE TEMPERATURA BAJA Y MEDIA 1.5.2 CELDAS QUE OPERAN A ALTA TEMPERATURA 1.5.3 OTROS SISTEMAS 1.6 DISEÑO DE CELDAS DE COMBUSTIÓN APLICACIONES.</p>
<p>UNIDAD 10. TRANSPORTES DE FLUIDOS EN REACTORES ELECTROQUÍMICOS. 10.1 RÉGIMENES DE FLUJO 10.2 BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA 10.3 ANÁLISIS DIMENSIONAL Y CRITERIOS DE SIMILITUD 10.4 PERFILES DE VELOCIDAD. 10.5 SELECCIÓN DE EQUIPO MOTRIZ 10.6 FLUJO ALREDEDOR DE OBJETOS Y MEDIOS POROSOS. 10.7 REACTORES ELECTROQUÍMICOS CON FLUJOS DE GAS Y LÍQUIDO. 10.8 ANALOGÍAS ENTRE FENÓMENOS DE TRANFERENCIA DE MASA, CALOR Y TRANSPORTE DE MOMENTUM EN REACTORES ELECTROQUÍMICOS. 10.9 GRUPOS ADIMENSIONALES CARACTERÍSTICOS. 10.10 MÉTODOS EXPERIMENTALES.</p>	

METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA :

- Exposición oral por parte del profesor.
- Exposición por equipos.
- Lecturas obligatorias.
- Elaboración de Software didáctico por parte del profesor.

MÉTODO DE EVALUACIÓN :

- Cuestionarios y series de ejercicios.
- Exámenes parciales.
- Examen final.
- Trabajos.

REQUISITOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA :

Ninguno.

PERFIL PROFESIOGRÁFICO DE QUIEN IMPARTE LA ASIGNATURA :

Ingeniero Químico o Químico.



DIRECCION GENERAL DE
 ADMINISTRACION ESCOLAR
 SUBDIRECCION DE
 CERTIFICACION Y CONTROL
 DOCUMENTAL
 DEPARTAMENTO DE PLANES
 Y PROGRAMAS DE ESTUDIO



DIRECCION GENERAL DE
ADMINISTRACION ESCOLAR
SUBDIRECCION DE
CERTIFICACION Y CONTROL
DOCUMENTAL
DEPARTAMENTO DE PLANES
Y PROGRAMAS DE ESTUDIO

BIBLIOGRAFÍA:

BÁSICA

1. **Ismail, M.I. et al.** Electrochemical reactors. Mc graw hill, new york, 1991
2. **Bockris, J. O. M. & Keddy, A. K. N.** Electroquímica Moderna. Reverté. Barcelona, España, 1987
3. **Conway, Bockris & White.** Modern Aspects of Electrochemistry. John Wiley and Sons. New York, 1994
4. **B. Chankvetadze,** Capillary Electrophoresis in Chiral Analysis, John Wiley, Chichester, UK, (1997), pp. 1-555.
5. **M.M. Rogan, K.D. Altria,** Introduction to the Theory and Applications of Chiral Capillary Electrophoresis, Beckman Primer, Vol. IV, Fullerton, CA, 1993
6. **J.P. Landers,** Handbook of Capillary Electrophoresis, CRC Press, Inc., U.S.A, (1993).
7. **F. Foret, L Krivankova, P. Bocek,** Capillary Zone Electrophoresis, Editor B.J. Radola, VCH Publishers, Inc. New York, NY, U.S.A, (1993).
8. **Gopel W.** Sensors a Comprehensive Survey of Chemical and Biochemical Sensors, Vol 3, Capitulo 14, USA 1991
9. **Wang J.** Electroanalytical Techniques in Clinical Chemistry and Laboratory Medicine, Capítulos 2 y 3. USA, 1992.
10. **D.L. Wise.** Applied Biosensors, Capitulo 3, 4 y 11, Butterworth Publishers, USA, 1989

COMPLEMENTARIA:

11. **D.M. Prants.** Potentiometric Ion- Gas- and Bio-Selective Membrane Electrodes, Critical Reviews in Analytical Chemistry 23(3) 163-186 (1992).
12. **Kellner, R., Mermet, J.M., Otto, M., y Widmer, H.M.,** Analytical Chemistry: The Approved Text to the Federation of European Chemical Societies Curriculum in Analytical Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim, Alemania, 1998.