
Nombre del curso o unidad curricular: Físicoquímica de las Interfases

Forma parte de la Oferta Estable: Si

Centro/Instituto responsable: Instituto de Química Biológica

Licenciaturas: Bioquímica

Frecuencia y semestre de la formación al que pertenece la unidad curricular: Anual, semestre impar

Créditos asignados: 9, Área Electivas

Nombre del/la docente responsable: Carlos Fernando Zinola

E-mail: fzinola@fcien.edu.uy

Instituto: Instituto de Química Biológica

Conocimientos Previos Requeridos (*): Tener conocimientos de matemática básica especialmente Análisis matemático diferencial e integral. Uso y resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias con variables espaciales en coordenadas varias y con variable temporal.

Conocimientos básicos de Electromagnetismo y electricidad. Nociones básicas de hidrostática. Sería por último importante para realizar la conexión de materias conocimientos sólidos de

termodinámica química y cinética química homogénea y heterogénea.

Conocimientos adicionales sugeridos:

Dada las aplicaciones que se dan en la asignatura se requieren conocimientos de química analítica cuantitativa con titulaciones ácido-base, complejometría, de precipitación y redox. Además, sería importante para poder dictar temas en Bioelectroquímica tener nociones de procesos bioquímicos, respiración celular, coagulación de la sangre, sinapsis, ciclos energéticos y membranas.

Unidades curriculares y/o créditos previos que habilitan a realizar el curso (*)¹: Matemática 1 y 2 (ambos módulos), Física 1 y 2, Fisicoquímica General de Facultad de Ciencias o formación equivalente.

Objetivos de la unidad curricular:

a) Herramientas, conceptos y habilidades que se pretenden desarrollar en la unidad curricular

1) Entendimiento de los procesos de superficies e interfaces con especies cargadas de los procesos químicos y bioquímicos. Análisis de metodologías útiles en sistemas interfaciales. 2) Aprendizaje de nuevas metodología de trabajo en Electroquímica, Coloides e Interfases en general. Diseño de celdas de trabajo para medir propiedades eléctricas y potenciales de membrana. 3) Interpretación de las reacciones desde el punto de vista de la Ciencia de las Superficies y Membranas. Adsorción con partículas cargadas.

4) Familiarización con los procesos heterogéneos para interfases electrificadas. Conceptos de superficies y volumétricos desde el punto de vista cinético. **b) En el marco del plan de estudios**

En el marco de la formación profesional, ¿qué herramientas aporta esa unidad curricular en la formación profesional de ese estudiante?

Este curso no es medular sino que da herramientas de conocimiento básico en general de carácter

¹ Se detallan los requisitos necesarios para cursar, ya sean UCs y/o mínimo de créditos. Estos requisitos pueden ser acumulativos (" y ") o alternativos (" / " o "). Esta información será utilizada por el DAE (Bedelía) para el control de inhabilitaciones.

químico para el entendimiento y manejo de procesos bioquímicos con partículas cargadas. El hecho de poder calcular propiedades eléctricas que muchas veces dominan los procesos de membrana e interfaciales.

El uso de dichos conceptos permitirá el manejo de propiedades de uso práctico común como pH, conductividad, potencial redox, demandas de oxígeno. Asimismo, propiedades más específicas como potencial electroforético, potencial de membrana, transporte iónico, actividad, etc. Por otro lado, se comprenderán los fenómenos de transporte de calor y masa de aplicación general, no sólo en asignaturas específicas, sino en todo el ámbito profesional.

Finalmente, el cálculo de las propiedades y fenómenos anteriores se podrá realizar desde el punto de vista cinético para poder entender a los procesos de manera real con medidas de propiedades cinéticas como la densidad de corriente, tanto para el transporte de masa (medida del número de transporte) como para la velocidad de reacción (intensidad de corriente) a la que ocurre un proceso.

Temario sintético de la unidad curricular:

En este curso teórico-práctico se abordan tres temas principales

a) Sistemas electroquímicos como productores de energía (con ejemplos sencillos pares galvánicos), productores de sustancia (electrolizadores) y los procesos irreversibles relacionados. Se realizan analogías con los procesos metabólicos y ciclos bioquímicos.

b) Sistemas interfaciales con procesos de adsorción de especies neutras y cargadas de interés aplicado bioquímico e industrial explicitando los hechos que definen los fenómenos de sinapsis química y su activación e inhibición por adsorción. Se pone especial énfasis en los cálculos de potenciales de membrana mediante teorías clásicas bajo transferencia difusional-migratoria.

c) Sistemas coloidales donde se describen las unidades y su comportamiento desde el punto de vista termodinámico pero también electrocinético, haciendo hincapié en (electro)diálisis, electroósmosis, electroforesis, potencial de flujo y decantación con ejemplos como coagulación sanguínea y potenciales de membrana bajo flujo externo provocado.

Potencial de membranas porosas, ecuación de Darcy para sistemas eléctricos.

Temario desarrollado:

Temario teórico:

1) Interfases electrificadas, Electroquímica, Superficies y Coloides

- Introducción
- Definición
- Electroquímica: la ciencia de la generación de energía del futuro
- Descripción de los tres sistemas electroquímicos más comunes
- Generadores de energía (pares galvánicos)
- Generadores de sustancia (sistemas electrolíticos)
- Corrosión (sistemas autodestructores)

2) Doble capa electroquímica

- Introducción
- Fuerzas que dan origen a la interfase electrificada
- Fenómenos de adsorción
- Electrocapilaridad
- Estructura de la doble capa electroquímica

3) Fenómenos de transporte en sistemas electrolíticos

- Introducción

- Definición de flujo y velocidad de transporte
- Campos de fuerza en los fenómenos de transporte
- Conducción de la electricidad en electrolitos
- Clasificación de los conductores
- Resistencia, conductancia y conductividad
- Definiciones
- Variación de la conductividad en función de la composición de la disolución - Variación de la

conductividad con la concentración

- Variación de la conductancia molar o equivalente con la concentración
- Relación entre la conductancia molar y las velocidades iónicas
- Conductancia molar iónica
- Migración independiente de los iones
- Relación entre la conductancia molar y la conductancia molar a dilución infinita - Teoría de Arrhenius
- Influencia de las atracciones interiónicas
- Revisión de la teoría de Debye-Hueckel de la nube iónica
- Teoría de Debye-Hueckel-Onsager
- Transporte de electrolitos por difusión pura
- Transporte de electrolitos por difusión y migración simultáneas
- Transporte de electrolitos por difusión-convección

4) Electrónica

- Introducción a la cinética electroquímica
- Sobrepotenciales: una consecuencia de la transferencia neta de carga
- Diferencia de potencial en un sistema electroquímico
- La situación de equilibrio
- Diferencia de potencial fuera del equilibrio
- Mecanismos de reacción
- Sobrepotencial de transferencia de carga
- Casos especiales de la ecuación de Butler-Volmer
- Altos sobrepotenciales
- Bajos sobrepotenciales
- Relación entre la estructura de la interfase y la velocidad de las reacciones de transferencia de carga - Resistencia de transferencia de carga: interfases polarizables y no polarizables - Corriente neta cero: ecuación de Nernst
- Sobrepotenciales de transferencia de masa
- Difusión pura: sobrepotencial de difusión

- Transporte de masa por difusión y migración
- Control mixto: transferencia de carga y masa
- Sobrepotencial por reacción química
- Fenómenos de superficie: electrocristalización
- Mecanismos de reacción: casos particulares
- Reacciones paralelas
- Reacciones en múltiples etapas

5) Pares galvánicos en circuito abierto

- Introducción
- Electrodo y potencial de electrodo
- Potencial electroquímico de una especie. Actividad iónica
- Potencial de electrodo y su dependencia con la concentración
- Clasificación de electrodos
- Introducción
- Celdas galvánicas
- Introducción
- Medición del potencial de electrodo
- Medición del potencial de una celda galvánica
- Termodinámica electroquímica
- Propiedades electroquímicas de las celdas galvánicas bajo condiciones de circuito abierto -
Trabajo eléctrico en celdas galvánicas
- Primer principio de la termodinámica en celdas galvánicas
- Relación entre propiedades termodinámicas y eléctricas en sistemas electroquímicos productores de energía
- Intercambio de calor en procesos reversibles e irreversibles
- Reversibilidad, irreversibilidad e invertibilidad de reacciones electroquímicas - Equilibrio químico y electroquímico

6) Química coloidal y fenómenos electrocinéticos

- Coloidoquímica
- La naturaleza coloidal
- Soluciones coloidales
- Descripción de las soluciones coloidales
- La estabilidad de las soluciones coloidales
- Fenómenos electrocinéticos
- Electroforesis
- Transporte de coloides
- Fundamentos de la electroforesis
- Aplicaciones
- Electroósmosis
- Diálisis y electrodiálisis
- Potencial de flujo
- Potencial de sedimentación
- Electrodecantación

Temario de práctico de Problemas y de Laboratorio

- 1) pH, potencial redox y celdas galvánicas.
- 2) Actividad de iones Ley de Debye-Huekel.
- 3) Propiedades termodinámicas en una celda Gibbs-Helmholtz.
- 4) Potencial de unión líquida y membrana Ecuación de Henderson.
- 5) Conductividad y migración iónica Ley de Kohlrausch.
- 6) Ley de Faraday y número de transporte Método de Hittorf.
- 7) Cinética electroquímica. Electrólisis Ley de Tafel.
- 8) Cinética mixta de movimientos de carga y masa.

Bibliografía

a) Básica:

- 1) Modern Electrochemistry, vol 1 y 2, J. O'M. Bockris A. K. N. Reddy, Plenum Publishing

Corporation, New York, U.S.A., 1979.

2) Electroquímica Fundamental y Aplicaciones, C. F. Zinola, Ed. DIRAC, Facultad de Ciencias, (2009).

b) Complementaria:

1) A Comprehensive Treatise of Electrochemistry, Vol. 10 Bioelectrochemistry, J. O' M. Bockris, E. B. Yeager and B. Conway, eds., 1985.

2) K. Mischenko, A. Ravdel, A. Ponomariova, Prácticas de Química Física, Ed. Mir, Moscú, 1985. 3) D. Mac Innes, Principles of Electrochemistry, Reinhold Publishing Corporation, New York, USA, 1977. 4) R. Chang, Fisicoquímica con Aplicaciones a Sistemas Biológicos, CECSSA, México, 1987.

Modalidad cursada: Presencial

Metodología de enseñanza: Dictado de teóricos presenciales o por skype si hay disponibilidad.
Clases de ejercicios y de laboratorio obligatorias

Carga horaria total: 136 horas

Horas sugeridas de estudio domiciliario durante el período de clase: 68

Carga horaria detallada:

a) Horas aula de clases teóricas: 40

b) Horas aulas de clases prácticas: 28

c) Horas de seminarios: 0

d) Horas de talleres: 0

e) Horas de salida de campo: 0

f) Horas de tareas domiciliarias:

TIPO DE CURSO:

Tipo 2: Aprobación por examen obligatorio

a) Asistencia requerida para aprobar la unidad curricular (*):

90 % a clases de ejercicios y laboratorio, teóricos no obligatorios

b) Características de las evaluaciones durante el curso (*):

∅ El puntaje de aprobación se compone de la suma de los resultados obtenidos en los parciales prácticos*, la nota de los ejercicios, las preguntas evaluatorias e informes. Se aprueba con 50 puntos en 100.

*La inasistencia a un parcial se contabilizará como reprobación del mismo, excepto justificación médica certificada por la D.U.S.

∅ Cada parcial será obligatorio y tendrá un máximo de 30 puntos, aportando 60 puntos en 100 a la calificación final del curso.

∅ No habrá ninguna instancia de reevaluación final o parcial recuperatorio.

∅ Cada tarea teórica valdrá 3 puntos, por lo cual aportarán 12/100 puntos a la calificación final del curso.

∅ Cada tarea de ejercicios valdrá 3 puntos, por lo cual aportarán 12/100 puntos a la calificación final del curso.

∅ Cada pregunta pre-evaluatoria en el práctico valdrá 0.5 puntos y serán 2 por práctico. Aportarán 4/100 puntos a la calificación final del curso.

∅ Cada informe valdrá 3 puntos, por lo cual aportarán 12/100 puntos a la calificación final del curso

c) Características del examen (si corresponde):

Examen escrito de 2hs con preguntas teóricas y problemas de resolución.

Se gana con un 50 % de las resoluciones correctas entre las 2 preguntas y 2 problemas que contiene. Luego del puntaje mínimo se realiza un estudio de los contenidos aceptables y correctos de cada uno para tener una globalidad del examen en los 4 temas que se preguntan que son diferentes entre sí.

d) Modo de devolución o corrección de las pruebas (si corresponde):

Se pone clase de consulta para ver las correcciones y durante el curso se explica.

Comentarios:

Se usa aula híbrida para poder dar clases a gente de UTEC de Rivera y Durazno y estudiantes de otras dependencias.

Habilitada para rendirse en calidad de libre: No*

*Por resolución N° 88 del Consejo de Facultad de Ciencias de fecha 11/11/2024.