

**Nombre del curso o unidad curricular:** BQ258- Físicoquímica de las Interfases

---

**Forma parte de la Oferta Estable:** Si

---

**Licenciaturas:** Bioquímica

---

**Frecuencia y semestre de la formación al que pertenece la unidad curricular:** Todos los años, Semestre 3er.

---

**Créditos asignados:** 8, Área Química

---

**Nombre del/la docente responsable de la unidad curricular y contacto:** Carlos Fernando Zinola  
([fzinola@fcien.edu.uy](mailto:fzinola@fcien.edu.uy))

---

**Requisitos previos:** 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.

---

**Ejemplos unidades curriculares de Facultad de Ciencias u otros que aportan dichos conocimientos:** Matemática I y II, Física I y II, Físicoquímica General de Facultad de Ciencias o formación equivalente.

---

**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.

---

### **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 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, Físicoquímica 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:** 80 horas

---

**Carga horaria detallada:**

a) Horas aula de clases teóricas: 40

b) Horas aulas de clases prácticas: 28

c) Horas sugeridas de estudio domiciliario durante el período de clase: 12

---

**Sistema de ganancia de la unidad curricular**

**Tiene examen final:** Si

**Se exonera:** No

**Nota de exoneración (del 3 al 12):**

**a) Características de las evaluaciones:**

2 parciales escritos (60 de desarrollo y 40 de múltiple opción).

4 informes de laboratorio con devolución,

4 (x 2) ejercicios a resolver con devolución,

4 (x 2) preguntas en el desarrollo de las clases de laboratorio y ejercicios.

Son parciales promediabiles con puntaje mínimos ambos.

**b) Porcentaje de asistencia requerido para aprobar la unidad curricular: 100**

**c) Puntaje mínimo individual de cada evaluación y total: 60**

**d) Modo de devolución o corrección de pruebas:** Los parciales se muestran en la clase siguiente aunque el estudiante no lo pida, es una manera que vea sus errores. Luego de corregirlos en forma oral, se le deja en su mesada antes de empezar la clase.

Las preguntas, informes, ejercicios, etc poseen devolución con discusión. Además, en caso de no aceptarse se solicita la reiteración de las mismas con nueva evaluación y devolución. Los viernes se tiene una clase de discusión de los temas abordados durante la semana.

---

**Habilitada para rendirse en calidad de libre: No\***

\*Por resolución del Consejo de Facultad de Ciencias de fecha 24/02/2022 este ítem no fue aprobado dado que se encuentra en un proceso de revisión institucional.

---