

## CONTENIDO DE LOS CURSOS

### CURSOS PROPEDÉUTICOS

#### MATEMÁTICAS

Responsable: Dr. Arturo I. Martínez Enríquez

**Objetivo:** Al término del presente el estudiante tendrá las herramientas para dominar conceptos fundamentales de matemáticas y aplicar conceptos que serán necesarios durante el desarrollo de su vida profesional.

#### 1.- Álgebra

- Operaciones con polinomios
- Productos y cocientes notables
- Factorización
- Operaciones y simplificación de fracciones
- Ecuaciones simultáneas

#### 2.- Números complejos

- Conceptos básicos
- Operaciones con números complejos
- Forma polar de los números complejos
- Teorema de Moivre
- Raíz n-ésima de un número complejo

#### 3.- Vectores

- Conceptos básicos
- Suma y resta de vectores
- Producto escalar
- Producto vectorial

#### 4.- Matrices

- Conceptos básicos
- Operaciones con matrices
- Inversión de matrices
- Método de Gauss-Jordan

#### 5.- Cálculo diferencial

- Límites
- La derivada y continuidad
- Regla de la cadena
- Regla de L'Hopital
- Máximos y mínimos

- Derivadas parciales

## 6.- Cálculo integral

- Métodos de integración
- Integral definida y cálculo de áreas
- Integrales impropias

## 7.- Ecuaciones diferenciales (6 h)

- Ecuaciones diferenciales de primer orden y primer grado
- Ecuaciones diferenciales por separación de variables
- Ecuaciones diferenciales exactas
- Ecuaciones diferenciales lineales

### Bibliografía:

1. J.E. Kaufmann, K.L. Schwitters. Algebra for College Students. Brooks/Cole, Belmont, 2011.
2. J. Hefferon. Linear Algebra. Virginia Commonwealth University, Richmond, 2011.
3. R. Larson, B.H. Edwards. Calculus. Brooks/Cole, Belmont, 2010.
4. M.R. Spiegel. Advanced Mathematics for Engineers and Scientists. Mc. Graw Hill, 2009.

---

## QUÍMICA GENERAL

Responsable: Dra. Ma. Esther Sánchez Castro

**Objetivo:** Transmitir al estudiante conceptos fundamentales de química y la importancia que tiene esta ciencia central en su quehacer diario.

### 1. Relación de la masa en reacciones químicas

- Masa atómica y masa molecular
- Reacciones química y ecuaciones químicas
- Reactivo limitante
- Rendimiento de una reacción

### 2. Reacciones solución acuosa

- Reacciones de precipitación
- Reacciones ácido-base
- Reacciones oxido-reducción
- Titulaciones ácido-base

### 3. Estructura electrónica de los átomos

- De la física clásica a la teoría cuántica
- El efecto fotoeléctrico
- La naturaleza dual del electrón
- Números Cuánticos y Orbitales Atómicos
- Configuración electrónica

### 4. Relación periódica entre los elementos

- Desarrollo de la tabla periódica
- Clasificación periódica de los elementos
- Energía de ionización
- Afinidad electrónica

## 5. Enlace químico

- Enlace covalente y enlace iónico
- Cargas formales y estructura formal de Lewis
- Electronegatividad
- Energía de disociación de enlace
- Geometría molecular
- Momento dipolar
- Teorías de enlace

## 6. Ácidos y bases

- Ácidos y bases de Brönsted
- El pH: una forma de medir la acidez
- Fuerza de los ácidos y las bases
- Ácidos y bases débiles y su constante de ionización
- Ácidos dipróticos y polipróticos
- Ácidos y bases de Lewis

## Bibliografía

1. R. Chang. Química. Mc Graw-Hill Science/Engineering/Math, 10 Ed., 2009.
2. P. W. Atkins, L. Jones. Chemistry: Molecules, Matter, and Change. W H Freeman & Co (Sd); 3a edition, 1997.
3. T. E. Brown, H. E. LeMay, B. E. Bursten, C. Murphy, P. Woodward. Chemistry. The Central Science, 11a ed., Prentice Hall, 2008.
4. J. McMurry. Chemistry. 4a ed. Prentice Hall, USA, 2003

---

## TERMODINÁMICA Y CINÉTICA

Responsable: Dr. Javier Rodríguez Varela, Dra. Lourdes Díaz Jiménez

**Objetivo:** Proporcionar a los estudiantes los principios de la termodinámica clásica y de la cinética química, así como su relación con la energía.

### 1.- Termodinámica

- Conceptos de conservación de energía
- Primera Ley de la termodinámica
- Ejemplos de dispositivos ingenieriles de flujo estacionario
- Entalpía
- Reversibilidad aplicada a sistemas abiertos y cerrados
- Segunda Ley de la termodinámica
- Reservorios de energía térmica
- Eficiencias de conversión de energía

- Procesos reversibles e irreversibles
- Introducción al concepto de entropía
- El principio de incremento de entropía
- Procesos isentrópicos

## **2.- Cinética**

- Velocidades de reacción
- Leyes de velocidad
- Constantes de reacción
- Estequiometría
- Efecto de la temperatura
- La ecuación de Arrhenius
- Energía de activación
- Efecto de la concentración
- Reacciones homogéneas
- Reacciones heterogéneas
- Mecanismos de reacción
- Ecuaciones de velocidad empíricas: primer orden
- Ecuaciones de velocidad empíricas: segundo orden

## **Bibliografía**

1. Y.A. Cengel, M.A. Boles. Thermodynamics: an engineering approach, McGraw-Hill, 2001.
2. M.J. Moran and H.N. Shapiro. Fundamentals of Engineering Thermodynamics, John Wiley & Sons, 5th edition, 2003.
3. R.E. Sonntag. Fundamentals of Thermodynamics, John Wiley & Sons, 6th edition, 2004.
4. J.W. Chorkendorff. Concepts of Modern Catalysis and Kinetics, Wiley-VCH, 2003.

---

APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

Responsable: Fabian Fernández Luqueño

**Objetivo:** Los estudiantes adquirirán herramientas necesarias para contribuir a la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de Recursos Naturales.

**1. Una introducción a la sustentabilidad**

- Sustentabilidad
- Energía
- Minerales, metales y orgánicos
- Agua
- Emisiones ambientales
- El agotamiento del ozono en la estratosfera
- Calentamiento global
- Calidad del aire

**2. El Suelo**

- Formación
- Tipos de suelo
- Aprovechamiento, manejo y conservación

**3. Relación Planta-Atmósfera-Suelo**

- Fijación de C
- Fijación de N

**4. El agua**

- Tipos y distribución
- Calidad
- Manejo y conservación

**5. Biodiversidad y Recursos genéticos**

- Biodiversidad
- Clonación
- Transgénicos

**6. Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en:**

- La agricultura
- La ganadería
- La minería
- La industria
- Los servicios

**7. Los energéticos y los recursos naturales**

- Fuentes tradicionales de energía y su impacto sobre los Recursos Naturales

- Fuentes renovables de energía y su impacto sobre los Recursos Naturales

## **Bibliografía:**

1. D.D. Chiras, J.P. Reganold. Natural Resource Conservation: Management for a Sustainable Future. 10<sup>th</sup>. ed. Pearson. 2009.
2. J.A. DeWoody, J.W. Bickham, C. H., Michler, K.M. Nichols, O.E. Rhodes, K.E. Woeste. Molecular Approaches in Natural Conservation and Management. Cambridge University. 2010.
3. D. R. Lynch. Sustainable Natural Resource Management. Cambridge University. 2009.
4. B.C. McLellan, G.D. Corder, D. Giurco, S. Green. Incorporating sustainable development in the design of mineral processing operations - Review and analysis of current approaches. Journal of Cleaner Production 17(16) 1414-1425. 2009.

---

## **FÍSICA DE ESTADO SÓLIDO**

Responsable: Dr. Arturo I. Martínez Enríquez

**Objetivo:** Proporcionar a los estudiantes conocimientos básicos sobre los diversos procesos físicos que ocurren en los sólidos como fundamento para el desarrollo de la tecnología moderna

### **1.- Estructura cristalina**

- Introducción a la física del estado sólido
- Clasificación de los sólidos
- Modelo de los empaquetamientos
- Modelo de los poliedros de coordinación
- Descripción cristalográfica de los sólidos
- Polimorfismo, alotropía e isomorfismo

### **2.- Estructura electrónica**

- Introducción a la teoría de bandas
- Modelo de combinación lineal de orbitales atómicos.
- Modelo del electrón cuasi-libre.
- La función dieléctrica y propiedades ópticas de los sólidos.
- Bandas Electrónicas en sólidos metálicos, iónicos y covalentes.
- Los metales 3-D y sus compuestos. Propiedades magnéticas y eléctricas.
- Efecto del campo de ligandos y el modelo de Hubbard.
- Compuestos de los elementos lantánidos.
- Sólidos moleculares
- Distorsiones. Teoremas de Jan-Teller y Peierls.

### **3.- Defectos estructurales**

- Introducción a los defectos puntuales y los fonones.
- Defectos Intrínsecos. Equilibrios de defectos Schottky y Frenkel.
- Defectos extrínsecos. Efecto del dopado sobre el equilibrio químico.
- Conductividad Iónica.
- Electrolitos sólidos. Aplicaciones prácticas.
- Interacción de defectos puntuales.
- Defectos lineales: Dislocaciones.

- Defectos planares. Superficies e Interfases.
- Sólidos nanoestructurados y amorfos.

#### 4.- Defectos electrónicos

- Distribución de Fermi-Dirac de los electrones
- Formación del par electrón-hueco.
- Dopado e ionización de defectos.
- Semiconductividad eléctrica. Efectos Hall y Seebeck.
- Semiconductores de valencia mixta.
- Los metales y el criterio de Mott.
- Interacción de defectos puntuales.
- Defectos electrónicos en dislocaciones.
- Defectos electrónicos en superficies.
- Interfases: unión p-n, y diodo Schottky.
- Estructura electrónica de sólidos amorfos.

#### 5.-Propiedades dieléctricas de los sólidos

- Introducción.
- Campos macroscópico y microscópico.
- Teoría del campo eléctrico local.
- Polarizabilidad eléctrica: ecuación de Clausius – Mossotti.
- Polarizabilidad atómica.
- Polarizabilidad iónica.
- Polarizabilidad de orientación: ecuación de Langevin.
- Polarizabilidad en cristales covalentes.
- Espectroscopia dieléctrica.
- Polarización espontánea: piezoeléctricos y piroeléctricos.
- Ferroelectricidad.
- Antiferroelectricidad
- Conductividad iónica.

#### Bibliografía

1. G. Grosso, G. P. Parravicini. Solid State Physics. Academic Press, Amsterdam, 2000.
2. C. Kittel, Introduction to Solid State Physics. 8a ed. Wiley, New York, 2005.
3. H. Ibach, H. Luth. Solid state Physics, An Introduction to Principle of Materials Science. 3a ed. Springer Verlag, Berlin, 2009.

---

## MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA

Responsable: Dr. Salvador Carlos Hernández

**Objetivo:** Proveer a los estudiantes conceptos metodológicos para analizar y evaluar el impacto ambiental de la explotación de los recursos naturales.

### 1.- La Tierra, su atmósfera, hidrosfera y ecosistemas

- Balance energético
- Energía radiante y vida
- Placas litosféricas
- Atmósfera
- Hidrosfera

- Ecosistemas

## 2.- Contaminación atmosférica

- Productos químicos y riesgos de uso.
- Procesos de transformación contaminantes la atmósfera
- Contaminación sonora
- Ciclos atmosféricos, cambio climático y efecto invernadero
- Disminución del ozono estratosférico

## 3.- Contaminación de las aguas y suelos

- Procesos de transformación contaminantes del agua y suelo
- Eutrofización
- Depuración de aguas residuales
- Contaminación de las aguas subterráneas

## 4.- Tratamiento y disposición de residuos

- Sólidos urbanos
- Radiactivos
- Agrarios
- Hospitalarios
- Industriales

## 5.- Energía y sus fuentes

- Producción de energía y actividades industriales
- Combustibles fósiles y sus efectos ambientales
- Combustibles renovables y sus efectos ambientales
- Eficiencia energética

## 6.- Análisis del ciclo de vida en sistemas energéticos

- Introducción
- Metodología
- Aplicaciones

## Bibliografía

1. M. G. Carvalho, N. Afgan. Sustainable Assessment Method for Energy Systems: Indicators, Criteria and Decision Making Procedure. Springer, Berlin, 2001.
2. A. Azapagic, S. Perdan, R. Clift. Sustainable Development in Practice: case studies for engineers and scientists. John Wiley and Sons, New York, 2004.
3. J. H. Seinfeld, N.P. Spyros. Atmosphere chemistry and physics. John Wiley and Sons, New York, 2006.

---

## QUÍMICA VERDE

Dra. Ma. Esther Sánchez Castro

**Objetivo:** Definir las herramientas y las áreas generales de la química verde para el desarrollo e implementación de productos y procesos que reducen o eliminan el uso y generación de sustancias peligrosas para la salud o el medio ambiente.

### 1. Principios y Conceptos de Química Verde



- Desarrollo sustentable y química verde
- Principios de la química verde
- Química verde y química fina
- Procesos convencionales y procesos basados en química limpia

## **2. Reacciones orgánicas sustentables**

- Síntesis orgánica limpia
- Reacciones tándem, de rearreglo y de adición
- Reacciones de sustitución, de eliminación y Witting
- Reacciones de aplicación industrial a través de procesos sustentables.

## **3. Residuos contaminantes: producción, prevención y remediación química**

- Desechos de la industria química
- Problemas causados por desechos
- Técnicas de minimización de residuos
- Conversión química de las sustancias contaminantes
- Destrucción de contaminantes orgánicos volátiles.
- Degradación fotoquímica de compuestos orgánicos de origen industrial
- Polímeros reciclables

## **4. Catálisis y química verde**

- El papel de la catálisis homogénea en la química verde
- Catalizadores homogéneos en la industria y en el laboratorio
- Propiedades y actividad catalítica de metales de transición y ligantes
- Catalizadores heterogéneos
- Tipos de catalizadores heterogéneos
- Catalizadores heterogéneos en la química fina y en la industria farmacéutica
- Convertidores catalíticos
- Catálisis en transferencia de fase
- Biocatálisis
- Fotocatálisis

## **5. Solventes de reacción alternativos**

- Esteres como solventes
- Fluidos supercríticos
- Líquidos iónicos
- Química en agua y reacciones sin disolvente
- Solventes fluorados bifásicos

## **6. Radiación por microondas como fuente de calor en síntesis sustentable**

- Reacciones orgánicas con microondas
- Polímeros
- Medicina
- Tecnología para tratamiento de desechos

## **7. Situación actual, perspectivas y desafíos de la Química Verde**

### **Bibliografía**

1. F. Cavani, G. Centi, S. Perathoner, F. Trifiró, Sustainable Industrial Chemistry, 1 ed., Wiley-VCH, 2009.
2. M. Lancaster, Green Chemistry: An Introductory Text, Second Edition, RSC Publishing, Cambridge, UK, 2010.

3. S. K. Sharma, A. Mudhoo, Green Chemistry for Environmental Sustainability, Taylor & Francis Group, USA, 2010.
4. G. Centi, R. A. van Santen, Catalysis for Renewables: From Feedstock to Energy Production, 1 ed. Wiley-VCH, Verlag GmbH & Co KGaA Weinheim, 2007.
5. P. Barbaro, P. C. Bianchini, Catalysis for Sustainable Energy Production, 1 ed. Wiley-VCH, 2009.
6. P. Barbaro, F. Liguori, Heterogenized Homogeneous Catalysts for Fine Chemicals Production: Materials and Processes, 1 ed. Springer, 2010

## TERMODINÁMICA DE PROCESOS ENERGÉTICOS

Responsable: Dr. Javier Rodríguez Varela

**Objetivo:** Proveer a los estudiantes conceptos avanzados de termodinámica, con un enfoque a procesos de energía convencionales y alternativos.

### 1.- Introducción al concepto de exergía

- Exergía: Potencial de trabajo de la energía
- Trabajo reversible e irreversibilidad
- Eficiencia de la segunda Ley,  $\eta_{II}$
- Cambio de exergía de un sistema
- Transferencia de exergía
- Los principios de disminución de la exergía y de destrucción de la exergía

### 2.- Ciclos de potencia de gas

- El ciclo de Carnot
- Análisis de segunda Ley de ciclos de potencia de gas

### 3.- Ciclos de potencia de vapor

- El ciclo de vapor de Carnot
- El ciclo Rankine
- Análisis de segunda Ley de ciclos de potencia de vapor

### 4.- Procesos electroquímicos

- La Ley de Faraday
- Celdas electroquímicas: tipos y definiciones
- La ecuación de Nernst
- Cinética electroquímica
- Reacciones controladas por transferencia de masa
- Termodinámica electroquímica

### 5.- Optimización de sistemas de conversión de energía

### 6.- Termodinámica irreversible

- Generalidades
- Bases teóricas
- Efectos termoeléctricos
- Conductividad
- El efecto Seebeck y termoelectricidad
- Efecto Peltier
- Efecto Thompson

## Bibliografía

1. Y.A. Cengel, M.A. Boles. Thermodynamics: an engineering approach, McGraw-Hill, 2001.
2. 2001.
3. 1.M.J. Moran and H.N. Shapiro. Fundamentals of Engineering Thermodynamics, John Wiley & Sons, 5th edition, 2003.
4. 2.R.E. Sonntag. Fundamentals of Thermodynamics, John Wiley & Sons, 6th edition, 2004.
5. 3.H.B. Callen. Thermodynamics and an introduction to thermostatistics, John Wiley and Sons, 1985.

---

## CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE MATERIALES

Responsable: Dr. Prócoro Gamero Melo

**Objetivo.** Revisar las principales técnicas para la caracterización de las propiedades fisicoquímicas de los materiales.

### 1. Introducción a la caracterización de materiales y análisis químico

- Técnicas de separación
- Gases
- Líquidos
- Iónica
- Espectrometría de Masas

### 2. Análisis químico y espectroscopia

- Análisis químico clásico
- Métodos potenciométricos
- Infrarrojo y Raman
- Ultravioleta, Visible
- Resonancia magnética nuclear
- Fluorescencia de rayos X
- Absorción atómica
- Emisión de flama
- Emisión de plasma acoplado inductivamente.

### 3. Análisis Estructural y Microestructural

- Difracción de rayos X
- Microscopia óptica y electrónica.

### 4. Caracterización térmica

- Análisis térmico gravimétrico y diferencial
- Calorimetría diferencial de barrido
- Análisis termomecánico y dilatometría
- Conductividad térmica
- Reducción y oxidación de metales a temperatura programada.

### 5. Análisis de propiedades físicas de partículas

- Superficie específica
- Porosimetría
- Determinación de acidez

- Potencial Z

### **Bibliografía:**

1. Sibila J. P. A Guide to Materials Characterization and Chemical Analysis, 2nd Edition. VCH Publishers Inc. New York, 1996.
2. Skoog D.A., Holler F.J., and Crouch S.R. Principles of Instrumental Analysis. 6th Edition, 2006
3. Duer M.J, Ed. Introduction to Solid-State NMR Spectroscopy. Blackwell Publishing, Cambridge, 2005.
4. Kenneth J. D. Multinuclear solid-state NMR of inorganic materials, Pergamon / Elsevier Science, 2002.
5. Ariza Castolo, Armando. ed. Ejemplos prácticos del uso de la resonancia magnética nuclear en la química. Cinvestav, 2006.

R. M. Silverstein, Spectrometric Identification of Organic Compounds, 7th edition, John Wiley & Sons, Inc 2005.

---

## **ENERGÍAS ALTERNATIVAS**

Responsable: Dr. Luis Alfredo González López

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante las bases teóricas para entender las diferentes formas de aprovechar energía solar, eólica, biomasa, marítima y tecnologías emergentes.

### **1. Introducción**

- Energía Solar
- Evaluación del recurso solar
- Sistemas fotovoltaicos
- Sistemas térmicos

### **2. Energía Eólica.**

- Evaluación de recursos eólicos
- Generadores eólicos.
- Sistemas híbridos.

### **3. Energía a partir de Biomasa.**

- Biomasa.
- Fuentes de Biomasa.
- Propiedades y Características de la Biomasa.
- Procesos de transformación de Biomasa a Energía.
- Procesos termoquímicos.
- Procesos bioquímicos.

### **4. Aprovechamiento de biogás en la producción de electricidad.**

- Turbinas y cogeneración.
- Dispositivos electroquímicos

### **5. Tecnologías Emergentes.**

- Tecnologías del hidrógeno.
- Métodos de producción de hidrógeno.
- Oportunidades e investigaciones necesarias en la producción de energía.
- Formas de almacenamiento de hidrógeno.

## 6. Energía Marítima

- Principios básicos
- Tecnologías de aprovechamiento

## 7. Energía Geotérmica

- Fuentes geotérmicas
- Tecnologías de explotación
- Implicaciones ambientales

### Bibliografía:

1. B.K. Hodge. Alternative Energy Systems and Applications. John Wiley and Sons, Nueva York, 2010.
2. G. Boyle, ed. Renewable Energy, Power for a Sustainable Future. Oxford University Press, Oxford, 2004.

---

## MATERIALES EN ENERGÍA

Dra. Padmasree Karinjilottu Padmadas

**Objetivo:** Esta materia estudia el uso de los principales materiales en la generación y almacenamiento de energía.

### 1.- Energías no renovables

- Introducción
- Combustibles fósiles y la captura de dióxido de carbono
- Energía nuclear y usos industriales
- Reactores de Generación III+ y IV
- Materiales nucleares

### 2.- Materiales en energía solar

- Introducción
- Desarrollo de tecnología fotovoltaica
- Materiales de primera generación
- Materiales de segunda generación
- Materiales de tercera generación

### 3.- Materiales en eficiencia energética

- Introducción
- Focos incandescentes
- Tecnología LED
- Materiales aislantes

### 4.- Materiales para celdas de combustible

- Introducción
- Celdas de combustible alcalinas
- Celdas de combustible con membranas poliméricas electrolíticas
- Celdas de combustible con ácido fosfórico
- Celdas de combustible con carbonato fundido
- Celdas de combustible con óxidos sólidos

#### **5.- Baterías avanzadas**

- Introducción
- Materiales anódicos
- Materiales catódicos
- Electrolitos líquidos
- Electrolitos sólidos
- Electrolitos poliméricos

#### **6.- Súper capacitores**

- Introducción
- Electrolitos líquidos
- Electrolitos poliméricos
- Materiales para electrodos
- Materiales de carbón

#### **7.- Materiales para almacenamiento de hidrógeno**

- Introducción
- Hidrógeno como combustible
- El futuro del hidrógeno
- Materiales de almacenamiento potenciales
- Materiales para la adsorción de hidrógeno

#### **Bibliografía**

1. D. S. Ginley, D. Cahen. Fundamentals of Materials for Energy and Environmental Sustainability. Cambridge University Press, New York, 2012.
2. W. D. Callister, D. G. Rethwisch, Fundamentals of Materials Science and Engineering. 4<sup>th</sup> ed. John Wiley & Sons, New York, 2012.
3. R. O'Hayre, S.K. Cha, W.Colella, F.B. Prinz. Fuel Cell Fundamentals. Wiley, New York 2006.
4. R.A. Huggins. Advanced batteries: Material Science Aspects. Springer , New York, 2008.
5. A. Léon. Hydrogen Technology. Mobile and Portable Applications, Springer, Berlin, 2008.

---

REMEDIACIÓN AMBIENTAL

Responsable: Fabián Fernández Luqueño

**Objetivo:** Los estudiantes adquirirán conocimientos básicos y aplicados relacionados con la acumulación y remoción de contaminantes del suelo, agua, planta y aire, depositados por procesos naturales o antropogénicos.

**1. Remediación**

- Remediación vs Degradación
- Tipos de remediación

**2. Biorremediación**

- Organismos
- Sustratos
- Condiciones ambientales
- Ventajas de la biorremediación
- Desventajas de la biorremediación

**3. Remediación de suelo**

- Origen de los contaminantes
- Impacto ecológico
- Impacto en la salud humana
- Técnicas de remediación

**4. Remediación de agua**

- Origen de los contaminantes
- Impacto ecológico
- Impacto en la salud humana
- Técnicas de remediación

**5. Remediación de aire**

- Origen de los contaminantes
- Impacto ecológico
- Impacto en la salud humana
- Técnicas de remediación

**6. Asimilación de contaminantes por plantas**

- Origen de los contaminantes
- Impacto ecológico
- Impacto en la salud humana
- Técnicas de remediación

## 7. Herramientas para el estudio de la remoción de contaminantes

- Diseño de tratamientos
- Diseño experimental
- Colecta y análisis de datos
- Interpretación de resultados y conclusiones

### Bibliografía:

1. A. Azizullah, M.N.K. Khattak, P. Richter, D.P. Haden. Water pollution in Pakistan and its impact on public health—A Review. *Environmental International* 37, 479-497. 2011.
2. F. Fernández-Luqueño, C. Valenzuela-Encinas, R. Marsch, C. Martínez-Suárez, E. Vázquez-Nuñez, L. Dendooven. Microbial communities to mitigate contamination of PAHS in soil-possibilities and challenges: a review. *Environmental Science & Pollution Research* 18: 12-30. 2011.
3. R. Khattree, D.N. Naik. *Multivariate data reduction and discrimination with SAS® software*. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2000.
4. S.J. Klaine, P.J.J. Alvarez, G.E. Batley, T.F. Fernandez, R.D. Handy, D.Y. Lyon, S. Mahendra, M.J. McLaughlin, J.R. Lead. *Nanomaterials in the environment: behavior, fate, bioavailability and effects*. *Environmental Toxicology and Chemistry* 27, 1825-1851. 2008.
5. K. Sellers, C. Mackay, L.L. Bergeson, S.R. Clough, M. Hoyt, J. Chen, K. Henry, J. Hamblen. *Nanotechnology and the Environment*, CRC Press, Londres. 2009.
6. J. Scullion. Remediating polluted soils. *Naturwissenschaften* 93: 51-65. 2006.

---

## INGENIERÍA DE LAS REACCIONES

Dra. María de Lourdes V. Díaz Jiménez

**Objetivo:** Orientar el sentido intuitivo de alumno hacia el diseño más acertado de reactores químicos, dando importancia a argumentos cualitativos, métodos de diseño sencillo, procedimientos gráficos y comparación entre los distintos tipos de reactores más importantes.

### 1.- Reactores ideales

- Reactor ideal discontinuo
- Reactor ideal continuo agitado
- Reactor ideal de flujo pistón y catalítico
- Reactor industrial de flujo ascendente
- Reactor industrial de lecho fluidizado

### 2.- Reactores industriales

- Reactor de flujo ascendente
- Reactor de lecho fluidizado

### 3.- Diseño para reacciones simples

- Balance molar
- Ecuación de diseño para reactor discontinuo



- Ecuación de diseño para reactor continuo
- Ecuación de diseño para flujo pistón y catalíticos

#### **4.- Diseño para reacciones múltiples**

- Reacciones en paralelo
- Reacciones en serie
- Reacciones en serie-paralelo

#### **5.- Optimización de reactores**

- Optimización reacción en serie
- Optimización reacción serie-paralelo

#### **6.- Flujo no ideal**

- Distribución del tiempo de residencia
- Cálculo de la conversión
- Modelos

#### **7.- Reactores heterogéneos**

- Fundamentos
- Tipos de reactores
- Ecuaciones de diseño

#### **8.- Reacciones catalíticas**

- Tipos de catalizadores
- Propiedades
- Obtención
- Desactivación de catalizadores. Ecuación cinética

#### **9.- Reactores biológicos**

- Fundamentos
- Tipos de reactores
- Ecuaciones de diseño

#### **Bibliografía**

1. O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering. Jonh Wiley & Sons, USA, 1999.
2. H. S. Fogler. Elements of Chemical Reaction Engineering. Prentice Hall. New Jersey, 2009.
3. R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot. Transport Phenomena, Jonh Wiley & Sons, New York, 2007.
4. I. Chorhendorff, J.W. Niemantsverdriet. Concepts of Modern Catalysis and Kinetics, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Federal Republic of Germany, 2010.

---

## **DURABILIDAD DE MATERIALES EN CONDICIONES EXTREMAS**

Responsable: Dr. Eddie López Honorato

**Objetivo.**Esta materia cubre los temas relacionados con materiales en aplicaciones de almacenamiento, concentración y generación de energía, infraestructura urbana e industrial y manejo de residuos, expuestos a condiciones extremas térmicas, físicas y químicas.

### **1.- Efecto de la temperatura**

- Cambios de fase
- Tamaño de grano
- Límite de grano
- Densidad
- Conductividad térmica
- Casos de estudio: concentradores solares, turbinas de gas

### **2.- Corrosión**

- Consideraciones electroquímicas
- Velocidad de corrosión
- Pasividad
- Efectos ambientales
- Formas de corrosión
- Prevención de la corrosión
- Casos de estudio: energía eólica marina y manejo de residuos

### **3.- Irradiación**

- Tipos de radiación
- Interacción radiación-materia
- Casos de estudio: Reactores Nucleares y desechos nucleares

### **4.- Propiedades mecánicas**

- Deformación elástica
- Comportamiento mecánico de los materiales
- Mecanismo de deformación de los materiales
- Mecanismos de reforzamiento de metales y cerámicos
- Fractura
- Fatiga
- Abrasión
- Fluencia
- Casos de estudio: turbinas de gas, eólica marina

### **Bibliografía**

4. W. D. Callister, D. G. Rethwisch, Fundamentals of Materials Science and Engineering. 4<sup>th</sup> ed. John Wiley & Sons, New York, 2012.
5. C. B. Carter, M. G. Norton. Ceramic Materials Science and Engineering. Springer, New York, 2007.
6. D. S. Ginley, D. Cahen. Fundamentals of Materials for Energy and Environmental Sustainability. Cambridge University Press, Cambridge, 2012.
7. A. Groyzman. Corrosion for Everybody. Springer, New York, 2010.

DESARROLLO DE PRODUCTOS DE ALTO VALOR AGREGADO A PARTIR DE RECURSOS MINERALES

Responsable: Dr. Gregorio Vargas Gutiérrez

**OBJETIVO:** Analizar, a través de un curso tipo taller, diferentes etapas, herramientas y mejores prácticas el desarrollo de nuevos productos de alto valor agregado a partir de recursos minerales.

### **1. Ingeniería de sistemas técnicos**

- Análisis de productos
- Análisis de procesos
- Evolución de los sistemas

### **2. El proceso de innovación**

- La innovación evolutiva y radical
- Modelos para administrar el proceso de innovación

### **3. Detección y análisis de oportunidades**

- Análisis de las cadenas productivas
- Integración de elementos claves: Mercado-Producto-Tecnología-Recursos
- Identificación y análisis de segmentos estratégicos de mercado
- Identificación y análisis de los impulsores de valor
- Análisis de las 5 fuerzas de Porter

### **4. Desarrollo de conceptos de negocio**

- Análisis y evaluación de mercados
- Análisis y evaluación de productos
- Análisis y evaluación de tecnologías
- Análisis y selección de modelos de negocio

### **5. Desarrollo de productos y procesos**

- Análisis de requerimientos
- Ingeniería de materiales
- Ingeniería de procesos
- Diseño del producto
- Diseño y fabricación de herramientas
- Fabricación de prototipos
- Caracterización y evaluación de prototipos
- Escalamiento de procesos productivos

### **6. Transferencia y comercialización de tecnología**

- Protección de la Propiedad intelectual
- Plan de negocios
- Licenciamiento
- Asociaciones estratégicas
- Creación de empresas de base tecnológica

### **Bibliografía**

1. V. Hubka. Theory of Technical Systems: A Total Concept Theory for Engineering Design, Springer, 1988.

2. R. Phaal. T-Plan: Technology Roadmapping\_Planning your Route to Success. University of Cambridge, 2001.
3. D. Richerson. Modern Ceramic Engineering: Properties, Processing, and Use in Design. CRC, 2005.
4. D.E. Clark. An Introduction to Ceramic Engineering Design, , Wiley-American Ceramic Society, 2002.
5. W.E. Lee. Ceramic Microstructures: Property Control by Processing. Chapman & Hall, 2010.

## SISTEMAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR

Responsable: Dr. Luis Alfredo González López

**Objetivo:** Aportar Conocimiento de las características de los sistemas de energía solar térmica de baja y mediana temperatura y sistemas fotovoltaicos; así como los requerimientos para sus respectivos diseños.

### 1.- Energía solar

- Naturaleza de la energía solar
- Radiación solar
- Estimación y medición de radiación solar

### 2.- Sistemas de energía solar térmica a baja y mediana temperatura

- Introducción
- Captador solar plano: Tipología, componentes y parámetros característicos
- Captador solar plano: Modelos en régimen permanente y régimen transitorio
- Acumulación de energía térmica
- Sistemas de energía solar térmica
- Producción de frío con energía solar

### 3.- Sistemas fotovoltaicos

- Fundamentos de celdas solares
- Tipos de celdas solares
- Caracterización de celdas solares
- Concentradores solares con dispositivos ópticos
- Implementación de sistemas fotovoltaicos.

### Bibliografía

1. Duffie JA, Beckman WA, "Solar Engineering of Thermal Processes", 3rd Edition, 2006.
2. Henning HM, "Solar-Assisted Air-Conditioning in Buildings, A handbook for planners", SpringerWien , New York, 2004.
3. Markvart, T. Ed., "Solar Electricity", Wiley, 1998
4. Archer, M. D. R. Hill., "Clean electricity from photovoltaics", World Scientific, 2001
5. Nelson, J. "The Physics of Solar Cells", Imperial College Press, 2003
6. Ventre, J. R. A. Messenger, "Photovoltaic Systems Engineering", CRC Press, 1999

## SISTEMAS ELECTROQUÍMICOS PARA ALMACENAMIENTO Y CONVERSIÓN DE ENERGÍA

Responsables: Dra. Padmasree Karinjilottu Padmadas, Dr. Javier Rodríguez Varela

**Objetivo:** Presentar los principios de los sistemas electroquímicos y definir los parámetros de importancia para entender los fenómenos que se presentan en estos dispositivos de alta eficiencia energética.

### 1.-Definiciones de la energía electroquímica

- Parámetros termodinámicos y cinéticos
- Energía y Fuerza Electromotriz
- Efectos de temperatura y presión
- Cinética electrodica

### 2.-Principio de funcionamiento de los generadores electroquímicos

- Reacciones en los electrodos
- Tensión, capacidad y eficiencia teórica

### 3.-Sistemas electroquímicos para conversión de energía

- Celdas de combustible
- Bioceldas

### 4.-Sistemas electroquímicos para almacenamiento de energía

- Baterías avanzadas
- Capacitores electroquímicos

### 5.-Aplicaciones en vehículos eléctricos

- Aspectos tecnológicos y medioambientales
- Balance energético

### Bibliografía:

1. Y.A. Cengel, M.A. Boles. Thermodynamics: an engineering approach, McGraw-Hill, 2001.
2. J.A. Larminie and A. Dicks. Fuel Cell Systems Explained. John Wiley & Sons, 2003.
3. R.A. Huggins. Advanced Batteries: Material Science and Aspects. Springer, 2009.
4. B.E. Conway. Electrochemical Supercapacitors: Scientific Fundamentals and Technological Applications. Springer, 1999.
5. J. Larminie, J. Lowry. Electric Vehicle Technology Explained. Wiley, 2003.

---

## INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL EN SISTEMAS DE ENERGÍA

Responsable: Dr. Salvador Carlos Hernández

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante herramientas básicas para la instrumentación, análisis y control de sistemas de generación de energía renovable.

### 1.- Variables y sensores

- Variables analógicas
- Variables digitales
- Tratamiento de señales

### 2.- Instrumentos de medición y análisis

- Temperatura
- Presión
- Velocidad
- Variables biológicas y químicas
- Calibración de instrumentos

### 3.- Sistemas de control

- Sistemas lineales y no lineales
- Modelación de procesos
- Identificación de parámetros
- Análisis de estabilidad
- Representación en el espacio de estados

### 4.- Diseño de sistemas de control

- Control en lazo abierto y en lazo cerrado
- El mecanismo de retroalimentación
- Técnicas de control
- Sensores virtuales

### 5.- Aplicaciones en sistemas de generación de energía

- Biogás
- Bioetanol
- Biodiesel
- Gasificación
- Pirólisis

### Bibliografía

1. A. S. Morris. Measurement and Instrumentation Principles. Butterworth-Heinemann, Berlin, 2001.
2. K. Ogata. Modern Control Engineering. Prentice Hall, New York, 2001.
3. H. Khalil. Nonlinear systems. Prentice Hall, New York, 2001.
4. X. E. Castells. Tratamiento y valoración energética de residuos. Díaz de Santos, España, 2005

---

## PROCESOS BIOENERGÉTICOS

Responsable: Dr. Fabián Fernández Luqueño

**Objetivo:** Transmitir conocimientos básicos y aplicados relacionados con el procesamiento y consumo de energía dentro de los sistemas biológicos con aplicaciones en la generación de bioenergéticos.

### **1. Procesos bioenergéticos**

- Introducción
- Clasificación

### **2. Nutrición**

- Nutrición autótrofa
- Nutrición heterótrofa

### **3. Respiración celular**

- Respiración aeróbica
- Respiración anaeróbica

### **4. Fotosíntesis**

- El cloroplasto
- Fase luminosa o fotoquímica
- Fase oscura o biosintética
- Fotosistemas I y II

### **5. Bioquímica de plantas**

- Biosíntesis de grasas y aceites
- Biosíntesis de otros metabolitos con interés energético

### **6. Microorganismos electrogénicos**

- Clasificación
- Fisiología y bioquímica

### **7. Microorganismos hidrogénicos**

- Clasificación
- Fisiología y bioquímica

### **8. Fisiología de algas**

- Clasificación
- Fisiología celular
- Producción de metabólicos secundarios

### **9. Metanogénesis**

- Ocurrencia
- Bioquímica de la metanogénesis

### **Bibliografía:**

1. H. Lodish, A. Berk, C. A. Kaiser, M. Krieger, A. Bretscher, H. Ploegh, A. Amon, M. P. Scott. Molecular cell biology. 7<sup>th</sup>. Edition. W. H. Freeman. 2012.

2. M.T. Madigan, J. M. Martinko, D. Stahl, D. P. Clark. Brock Biology of Microorganisms. 13<sup>th</sup>. Edition. Benjamin Cummings. 2010.
3. P. Nobel. Physicochemical and environmental plant physiology. 4<sup>th</sup>. Edition. Elsevier. 2009.
4. L. Taiz, E. Zeiger. Plant Physiology. 5<sup>th</sup>. Edition. Sinauer Associates. 2010.

## TÉCNICAS PARA LA SÍNTESIS DE MATERIALES

Responsable: Dr. Prócoro Gamero Melo

**Objetivo.** El alumno conocerá herramientas utilizadas para transformar materias primas en productos que demanda la sociedad, incluyendo aquellos materiales hechos a la medida de una necesidad o de un proceso específico.

### 6. Introducción

- Diseño de reacciones y rutas sintéticas.
- Investigación básica como herramienta de la química verde
- Rutas sintéticas a condiciones extremas
- Síntesis biomimética y aplicaciones de la biotecnología en síntesis inorgánica.
- Diseño de materiales a la medida.

### 7. Síntesis a temperaturas altas

- Equipo utilizado
- Tipo de reacciones y rutas sintéticas
- Reacciones en el estado sólido
- Proceso sol-gel
- Preparación de vapores metálicos y activación de moléculas

### 8. Síntesis y purificación a bajas temperaturas

- Obtención de bajas temperaturas
- Técnica de vacío y sus aplicaciones en síntesis inorgánica
- Purificación y separación de compuestos inorgánicos.
- Síntesis de compuestos inorgánicos volátiles
- Síntesis inorgánica en amoníaco líquido

### 9. Síntesis solvotérmica

- Fundamentos
- Preparación de materiales funcionales
- Agua a condiciones supercríticas
- Métodos de síntesis
- Síntesis ionotérmica.

### 10. Preparación de materiales inorgánicos a altas presiones

- Métodos experimentales
- Reacciones químicas inorgánicas a alta presión.
- Efecto de la presión sobre la estructura cristalina y electrónica de la materia.
- Importancia de la presión para la síntesis orgánica.
- Ejemplos de compuestos inorgánicos obtenidos a altas presiones.



### **11. Síntesis fotoquímica**

- Conceptos básicos
- Técnicas experimentales
- Compuestos de coordinación y organometálicos
- Compuestos inorgánicos
- Películas delgadas inorgánicas
- Nanomateriales

### **12. Síntesis inorgánica mediante depositación química de vapor (CVD)**

- Historia y fundamentos técnicos
- Equipo
- Modelos teóricos
- Ejemplos

### **13. Síntesis asistida por microondas**

- Principios básicos de la radiación, calentamiento y equipo de microondas
- Síntesis de materiales inorgánicos
- Síntesis de materiales inorgánicos asistida por plasma.

### **14. Síntesis de cúmulos metálicos**

- Descripción
- Síntesis hidrotérmica de *clusters* metálicos
- Ejemplos

### **15. Síntesis de materiales porosos ordenados**

- Materiales porosos
- Zeolita y su estructura
- Síntesis de zeolitas
- Estrategias y tendencias de la síntesis de zeolitas
- Conceptos básicos de materiales mesoporosos ordenados.
- Síntesis de materiales mesoporosos
- Control de morfología

### **16. Preparación de materiales cerámicos avanzados**

- Nanocerámicos
- Compósitos cerámicos
- Integración de estructuras y funciones
- Cerámicos transparentes.

### **17. Síntesis de nanomateriales**

- Conceptos básicos
- Métodos de síntesis

### **18. Preparación de membranas inorgánicas**

- Síntesis de membranas mesoporosas
- Funcionalización de membranas mesoporosas

### **Referencias**

1. Hu R, Pang W, Huo Q, Editors. Modern Inorganic Synthetic Chemistry. Elsevier, United Kingdom, 2011.
2. Warner T.E. Synthesis, Properties and Mineralogy of Important Inorganic Materials. Wiley, United Kingdom, 2011.

Responsable: Dr. Prócoro Gamero Melo

**Objetivo.** Estos cursos cortos aportarán a los estudiantes herramientas para la generación del conocimiento, análisis y divulgación de los resultados obtenidos de una investigación científica.

### MÓDULO 1(

#### **El método científico y la investigación**

- Concepto de método científico.
- Características del conocimiento científico.
- La actitud investigativa
- Secuencia de una investigación empírica: análisis y discusión.
- Fases de una investigación
- Del área temática a la formulación del problema.
- La elección del tema, alcance y limitaciones: reglas prácticas.
- El plan de investigación.
- Recolección y procesamiento de la información en la investigación.
- La investigación en ciencias químicas: métodos y técnicas.
- Diseño de una investigación en el campo de la Química.
- Ejemplos y aplicaciones.

### MÓDULO 2

#### **Métodos de diseño de experimentos y análisis de resultados**

- Introducción: Estadística y Método Científico.
- Estrategias experimentales con varios factores.
- Diseño de experimentos y selección del modelo adecuado para el sistema en estudio.
- Requisitos de un buen diseño y diagnóstico de las condiciones experimentales.
- Ejemplos y aplicaciones.

### MÓDULO 3

#### **Redacción de artículos científicos**

- **Introducción**
  - La escritura científica
  - Evolución histórica de la escritura científica.
  - Empezando un proyecto de escritura científica.
  - Trabajo científico
  - La ética de la publicación científica.
  - Selección de la revista para someter a arbitraje un manuscrito

- **Preparación del texto**
  - El título. ¿Cómo formularlo?
  - Preparación de la lista de autores y de direcciones.
  - Elaboración del resumen
  - Escritura de la introducción
  - Redacción de la sección de materiales y métodos
  - ¿Cómo escribir la sección de resultados?
  - ¿Cómo escribir la discusión?
  - Escritura de los reconocimientos
  - ¿Cómo citar referencias?
  
- **Publicación del trabajo**
  - Derechos y permisos
  - Envío del manuscrito a los editores
  - El proceso de revisión (como tratar con revisores)
  - El proceso de publicación (como manejar las pruebas)

## MÓDULO 4

### Transferencia y comercialización de tecnología

Protección de la Propiedad intelectual

Plan de negocios

Licenciamiento

Asociaciones estratégicas

Creación de empresas de base tecnológica

### ***Bibliografía:***

1. Kumar R. Research Methodology 3° Ed. Sage publications Ltd. New Deli, 2011.
2. Infante B.J.M., Ortiz Méndez U. Metodología Científica, Editorial Continental, México, 2004.
3. Roy R. A Primer on the Taguchi Method, 2<sup>nd</sup>. Edition, Society Manufacturing Engineers, Michigan, 2010.
4. Montgomery D.C. Design and analysis of experiments, 6<sup>th</sup> edition, John Wiley& sons, inc., 2005.
5. Day R.A., Gastel B. How to Write and Publish a Scientific Paper, , 6<sup>th</sup> edition, Greenwood press, 2006.
6. Reis R.M. Tomorrow's professor preparing for academic careers in science and engineering. Wiley-Interscience, New York, 1997.