

# **Cursos de Preparación**

## **Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales**

Se imparten 5 cursos de preparación para apoyar a los aspirantes a completar su proceso de admisión, el cual incluye varios pasos como se describe en la convocatoria emitida cada semestre.

El objetivo general de estos cursos es repasar los principales conceptos que consideramos son requisito para un buen desarrollo en la Maestría. Los cursos están preparados a nivel de licenciatura y deben considerarse como un apoyo. De acuerdo con la formación básica de cada estudiante, habrá temas que no les resulten familiares, por lo que es recomendable que estudien de forma complementaria apoyándose con la bibliografía propuesta en cada temario.

Los cursos se imparten durante 11 semanas con 4 horas semanales para cada curso, por lo que los aspirantes que deseen llevar el curso deben tener el tiempo disponible para dedicar 6 horas diarias.

Al final del Curso se realizan los Exámenes Departamentales, para lo cual es requisito que el aspirante cuente con un 80% de asistencia a las clases. En caso contrario, deberán presentar directamente el Examen de Admisión.

# Ciencia de Materiales

## Objetivo

La Ciencia e Ingeniería de Materiales es una disciplina que tiene como objetivo principal relacionar la microestructura y las propiedades macroscópicas de los materiales. Este es un curso introductorio a los conocimientos básicos en Ciencia e Ingeniería de Materiales y prepara al estudiante a que se familiarice con los arreglos cristalinos y electrónicos que existen en la materia, para después relacionarlos con propiedades macroscópicas observables.

### **1. Introducción.** Relación síntesis-microestructura-propiedades.

Modelación de materiales.

### **2. Estructura cristalina de sólidos.**

- Celda unitaria, índices de Miller, redes de Bravais
- Factores de empaquetamiento y densidades atómicas.
- Defectos Puntuales, lineales, de superficie.
- No cristalinos: vidrios, polímeros.

### **3. Modelos de estructuras.**

- Empaquetamiento no compacto. Estructuras c.I, c.P.
- Empaquetamiento compacto. c.F, hc.
- Estructuras tipo: NaCl, ZnS, NiAs, TiO<sub>2</sub>).
- Silicatos.

### **4. Técnicas de caracterización microestructural.**

- XRD: ley de Bragg, cálculo de parámetros de red.
- Microscopía electrónica: SEM, TEM.
- Microscopía de barrido por tunelaje: STM, AFM.

### **5. Procesos de obtención de materiales**

#### • Metales

Diagramas de fase: un componente, dos componentes, ternarios.

Colada en molde, enfriamiento rápido, enfriamiento ultrarrápido, metalurgia de polvos.

#### • Cerámicos.

Monocristales, Policristales.  
Preparación de polvos, Sol-Gel,....

- **Polímeros**  
Técnicas de formado, extrusión, moldeo por inyección, prensado.
- **Híbridos/Compuestos**  
Métodos básicos del procesamiento de materiales híbridos (metal-cerámico, cerámico-polímero).

## **6. Propiedades.**

- Mecánicas (Ensayos de dureza, tensión, flexión, compresión. Curvas esfuerzo-deformación, Tenacidad, resistencia).
- Eléctricas (conductores, aislantes, semiconductores, superconductores).
- Magnéticas (diamagnetos, paramagnetos, ferromagnetos).

## **Bibliografía**

1. *Fundamentals of Materials Science and Engineering*. William D. Callister. 5ª ed. J.Wiley, New York 2000.

*The Science and Engineering of Materials*. Donald R. Askeland and Pradeep P. Phule. 4a ed., Thomson Books, California 2003.

2. *Solid state Chemistry and its Applications*. Anthony R. West. J. Wiley, Chichester 1984

3. *New directions in solid state chemistry*. C. N.R. Rao and J. Gopalakrishnan. 2a.ed., Cambridge Univ. Press. Cambridge 1997.

4. *Mechanics of Materials*. Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston. MacGraw-Hill

# MATEMÁTICAS

El objetivo del curso es mostrar el mínimo de conocimientos que se esperan de los aspirantes para poder ingresar al posgrado con el fin de dar una guía para presentar el examen de ingreso.

Este mínimo de conocimientos es necesario para que los estudiantes aceptados lleven de la mejor forma los cursos regulares de la maestría.

## 1. Números Complejos

*El objetivo de este tema es verificar las habilidades sobre diferentes espacios en los cuales se resuelven la gran mayoría de los problemas en la ciencia de materiales. Así mismo, este tema incluye los conceptos **básicos** de álgebra, geometría, trigonometría y funciones.*

- ✓ El número  $i$  y el plano complejo
- ✓ Definición de un número complejo y del conjugado
- ✓ Operaciones con números complejos
- ✓ Norma
- ✓ Representación en coordenadas polares
- ✓ Exponencial imaginaria
- ✓ Fórmula de Moivre
- ✓ Funciones trigonométricas
- ✓ Operaciones de funciones reales (suma, producto y composición)

*A partir de este tema se involucran los conceptos básicos de Álgebra, Cálculo diferencial e integral y Ecuaciones diferenciales. Éstos están en los temarios de las carreras afines al posgrado como son: Física, Química, y las ingenierías.*

## 2. Derivadas

1. Reglas básicas para derivar
2. Series de Taylor
  - a) Serie y polinomio de Taylor
  - b) Expansión de funciones y manejo de errores
3. Diferenciales, Derivadas parciales
  - a) Diferenciales de  $n$  dimensiones
  - b) Derivada parcial
4. Aplicaciones de derivadas
  - a) Puntos críticos de una función
  - b) Problemas de física
  - c) Planos tangentes a un punto

## 3. Integrales

A partir de este tema se involucran los conceptos básicos de Álgebra, Cálculo diferencial e integral y Ecuaciones diferenciales. Éstos están en los temarios de las carreras afines al posgrado como son: Física, Química, y las ingenierías.

1. Integrales de funciones básicas, integración por partes, cambio de variable, etc.
2. Parametrización, Longitud de arco
3. Aplicaciones de la integral.

#### **4. Álgebra Lineal**

1. Bases y dimensiones
2. Sistemas de ecuaciones y matrices
3. Métodos de solución: Eliminación de Gauss, Determinantes e inversa y Regla de Kramer

#### **5. Ecuaciones Diferenciales**

1. Definición y clasificación
2. Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden y métodos de solución.
3. Ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden y métodos de solución.
4. Aplicaciones: Decaimiento radioactivo, oscilador armónico, enfriamiento de Newton, circuitos RLC, etc

#### **Bibliografía Básica**

- ✓ Sivia, D. S., Rawlings, S. G., *Foundations of Science Mathematics*, Oxford University Press, 1999.
- ✓ Pulos, G, Hernández, J., Fundamentos de Matemáticas para Materiales, Notas del curso. <http://mecmat.iim.unam.mx/~fmatmat/>
- ✓ Apostol, T. Calculus, Vol. II, 2ª edición. Reverté, Barcelona. 1989.
- ✓ Marsden, J., Tromba, A. Cálculo vectorial. 5ª edición. Pearson-Addison Wesley, México. 2004.
- ✓ Algebra Lineal. Stephen H. Friedberg. Arnold J. Insel. Lawrence E. Spence. Illinois State University. Primera Edición. Publicaciones Cultural, S.A
- ✓ Dennis G. Zill, Loyola Marymount, Michael R. Cullen, Matemáticas Avanzadas Para Ingeniería, Vol. 1:, Ecuaciones, Diferenciales Tercera Edición, McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. De C.V. 2008.
- ✓ Rojo, J, Martin, I., *Ejercicios y Problemas de Álgebra Lineal*, 2ª edición, Serie Schaum, McGraw Hill, 2005.

## **Bibliografía Adicional**

- Greenberg, M. D., *Foundations of Applied Mathematics*, Prentice-Hall, New Jersey, 1978.
- Shankar, R., *Basic Training in Mathematics. A Fitness Program for Science Students*, Plenum Press, New York, 1995.
- Lyons, L., *All you wanted to know about mathematics but were afraid to ask, Vol. I*, Cambridge University Press, Cambridge, GB, 1995.
- Swartz, C. E., *Used Math for the first two years of College Science*, American Association of Physics Teachers, MD, USA, 1993.

# Química

## 1.-Conceptos básicos.

- Materia
- Propiedades de la materia (extrínsecas e intrínsecas)
- Átomo y partículas subatómicas: protón, neutrón y electrón (breve historia)
- Masa atómica: isótopos

## 2.-Configuración electrónica.

- Principio de construcción:
  - ✓ Breve descripción ecuación de Schrödinger
  - ✓ Número cuánticos
  - ✓ Función de distribución radial
  - ✓ Forma de los orbitales s, p, d, f
  - ✓ Átomos multielectrónicos: Ley de Coulomb, apantallamiento y penetración de orbital
- Principio de exclusión de W. Pauli
- Regla de las diagonales de J. Keller-Torres
- Primera regla de Hund
- Electrones internos y electrones de valencia

## 3.-Ley de periodicidad, análisis estructural de la tabla periódica.

- Antecedentes
- Gráficas de propiedad vs peso atómico. L. Meyer
- Predicciones de D. I. Mendeleev
- Ley de propiedades periódicas de los elementos químicos
- Criterio de periodicidad
- Metales, no metales y metaloides
- Grupos
- Periodos
- Bloques s, p, d y f
- Propiedades periódicas:
- Propiedades físicas y estructurales:
  - ✓ Tamaño
  - ✓ Energía de ionización
  - ✓ Afinidad electrónica

- ✓ Electronegatividad de Pauling
- ✓ Polarizabilidad
- ✓ Carácter metálico
- Propiedades químicas:
  - ✓ Valencia y números de oxidación
  - ✓ Reglas de asignación de números de oxidación
- Propiedades de los grupos de elementos:
  - ✓ Alcalinos
  - ✓ Halógenos
  - ✓ Óxidos binarios
  - ✓ Derivados de hidrógeno
  - ✓ Nitruros

#### **4.-Modelos de enlace.**

- Modelo de Lewis:
  - ✓ Enlace iónico
  - ✓ Enlace covalente
  - ✓ Polaridad de enlace
  - ✓ Momento dipolar
  - ✓ %Carácter iónico
  - ✓ Resonancia
  - ✓ Carga formal
- Modelo de repulsión de pares electrónicos de la capa de valencia (VSEPR)
- Modelo de enlace valencia
  - ✓ Hibridación de orbitales
- Modelo del orbital molecular

#### **5.-Fuerzas intermoleculares.**

- Definiciones, características y tipos
- Interacciones ion-dipolo
- Fuerzas de Van de Waals:
  - ✓ Interacciones dipolo-dipolo: Caso especial dipolo-dipolo (Puente de hidrógeno)
  - ✓ Interacciones dipolo-dipolo inducido
  - ✓ Interacciones dipolo instantáneo-dipolo inducido: Fuerzas de dispersión de London
- Fuerzas intermoleculares en acción: Tensión Superficial, Capilaridad, Viscosidad.

#### **6.-Sólidos.** (Relación entre enlaces químicos y características de sólidos)



- Propiedades generales y clasificación de los sólidos (cristalinos y amorfos)
- Tipos de sólidos cristalinos:
  - ✓ Moleculares: tipos de fuerzas que los mantienen unidos, propiedades
  - ✓ Iónicos: tipos de fuerzas que los mantienen unidos, relación del tamaño del ión con su fórmula química. Estructuras electrónicas estables de cationes y aniones
  - ✓ Covalentes: tipos de fuerzas que los mantienen unidos, propiedades
  - ✓ Metálicos: tipos de fuerzas que los mantienen unidos, propiedades

## 7.-Estequiometría.

- Leyes Ponderales:
  - ✓ Ley de conservación de la materia
  - ✓ Ley de proporciones constantes
  - ✓ Ley de proporciones equivalentes
  - ✓ Ley de proporciones múltiples
- Hipótesis de A. Avogadro y concepto de mol
- Masa formula y masa molar
- Disoluciones:
  - ✓ Entalpia de disolución
  - ✓ Solubilidad y pureza
  - ✓ Unidades de concentración
- Ajuste de ecuaciones químicas:
  - ✓ Ajuste por tanteo
  - ✓ Ajuste por el método de cambio de estado de oxidación: Especies oxidantes y reductoras
  - ✓ Ajuste por el método ion-electrón en medio ácido y básico
- Estequiometría:
  - ✓ Método del mol
  - ✓ Reactivo limitante y reactivo en exceso
  - ✓ Rendimiento de la reacción
- Reglas de asignación de números de oxidación

## Bibliografía

1. Kenneth Goldsby Raymond Chang., General Chemistry: The essential concepts, Mc Graw Hill, 7th Ed.. (2014).
2. J. D. Lee. A New Concise Inorganic Chemistry. 5th. Ed. van Nostrand-Reinhold Co. NY, USA. (2008).

3. Nivaldo, J. Tro, Principles of Chemistry: A Molecular Approach, Pearson/Prentice Hall, 2010
4. Chang, R., et al., Química. 7th ed., España: McGraw-Hill Interamericana, 2013
5. Brown, et al., Chemistry: The Central Science. 11th ed. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson/Prentice Hall, 2008
6. Petrucci, et al., General Chemistry: Principles & Modern Applications, 9th ed., Pearson/Prentice Hall, 2007
7. Rayner-Canham, et al., Química Inorgánica Descriptiva, Pearson educación, Alhambra Mexicana, Editorial, S.A. de C.V., 2000
8. Kotz, J.C., et al., Química y reactividad química, Thomson, 2005
9. Department of Education Open Textbook Pilot Project, the UC Davis Office of the Provost, the UC Davis Library, the California State University Affordable Learning Solutions Program and Merlot, The LibreTexts libraries/Chemistry, 2020, <https://chem.libretexts.org/>. (enero 2024)
10. Senior Contributing Authors: Flowers, P., Theopold, K., Langley, R., Stephen, F., Robinson, W, Contributing Authors: Frantz, D., Hooker, P., Kaminski, G., Look, J., Martinez, C., Eklund, A., Blaser, M., Sorensen, T., Sault, A., Milliken, T., Moravec, V., Powell, J., El-Giar, E., Bott, S., Carpenetti, D., Chemistry 2e, 2019, <https://openstax.org/details/books/chemistry-2e?Book%20details>, (enero 2024)
11. Peter Atkins, Loretta Jones, Leroy Laverman., Chemical Principles. W H Freeman & Co; 6th Ed. (2012)
12. Gary L. Miessler, Donald A. Tarr., Inorganic Chemistry, Pearson College Div; 3rd edition (2004).
13. John E. McMurry., Organic Chemistry, Cengage Learning; 10th edition (May 31, 2024).

# Termodinámica

## 1. Equilibrio térmico. Ley Cero.

Sistema termodinámico.

Paredes aislantes, adiabáticas, diatérmicas.

Equilibrio termodinámico.

Variables termodinámicas.

Variables extensivas.

Variables intensivas.

La ley cero de la termodinámica.

Ecuación de estado.

Referencias: [1] Capítulos 1, 2 y 3.[2] Capítulos 1 y 2.

Problemas tipo: [3] Capítulos 2 y 3

## 2. La primera ley de la termodinámica y sus aplicaciones.

El concepto de trabajo.

Procesos termodinámicos.

Procesos adiabáticos, cuasi-estáticos, reversibles.

El concepto de calor.

La energía interna.

La primera ley.

Aplicaciones.

a) Gas ideal.

b) Expansión libre.

c) Ciclo de Carnot

d) Capacidades caloríficas.

e) Procesos cíclicos.

Referencias: [1] Capítulos 4, 5 y 6.[2] Capítulos 3, 4 y 5.

Problemas tipo: [3] Capítulos 4, 5, 6.

## 3. La segunda ley de la termodinámica.

Enunciados de Kelvin-Planck y de Clausius.

Equivalencia entre los enunciados de Kelvin-Planck y de Clausius.

Teorema de Clausius.

La entropía.

Concepto de entropía.  
Entropía y reversibilidad.  
Entropía y desorden.  
Propiedades extremales de la entropía.

Ecuaciones TdS.

Ecuaciones de Gibbs-Duhem.

Referencias: [1] Capítulos 7 y 8. [2] Capítulos 6, 7, 8 y 9.

Problemas tipo: [3] Capítulos 7 y 8.

#### **4. Potenciales termodinámicos.**

Los potenciales termodinámicos.

Entalpia.

Energía libre de Helmholtz.

Energía libre de Gibbs.

Funciones termodinámicas para el gas ideal y otros sistemas.

Referencias: [1] Capítulo 9. [2] Capítulo 9.

Problemas tipo: [3] Capítulo 9.

#### **5. La tercera ley de la termodinámica.**

Consecuencias del postulado de Nernst.

Referencias: [1] Capítulo 17. [2] Capítulo 19.

Problemas tipo: [3] Capítulo 10.

#### **6. Aplicaciones de la termodinámica.**

Diagramas de fases

Ecuación de van der Waals

Efecto Joule-Kelvin

Sistemas magnéticos y eléctricos.

Transiciones de fase

Referencias: [1] Capítulo 11,12,13,14.

#### **Bibliografía básica.**

1. García-Colín, L. Introducción a la Termodinámica Clásica. Editorial Trillas, 4a reimpresión, 1995.

2. García-Colín, L. y Ponce L. Problemario de Termodinámica Clásica. Editorial

Trillas, 2ª Edición, 1984.

3. Callen, H.B., *Thermodynamics*. Editorial John-Wiley, New York.

4. Zemansky M.W., y Dittman R. *Heat and Thermodynamics*. Editorial McGraw-Hill, 7ª Edición, 1996.

### **Bibliografía complementaria.**

Fermi, E. *Thermodynamics*. Editorial Dover, 1956.

Kubo, R. *Thermodynamics*. Editorial North Holland, 1968.

Smith J.M., Van Ness C., y Abbott M. *Introducción a la Termodinámica para Ingenieros Químicos*. Editorial McGraw-Hill, 6ª edición, 2001.

Rogers G.F.C, y Mayhew Y. *Engineering Thermodynamics: Work and Heat Transfer*. Editorial Pearson Education, 4ª Edición, 1996.

# Física Moderna

## Objetivo:

Se espera que en este curso los alumnos adquieran los conocimientos básicos de dichos temas, así como algunas técnicas elementales para la aplicación de los mismos, con el fin de establecer una base mínima de conocimiento común para todos los estudiantes del Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales.

## 1. Electromagnetismo

- Fundamentos experimentales de fenómenos eléctricos y magnéticos.
- Campos eléctricos y magnéticos: propiedades y comportamiento.
- Leyes de Maxwell y su importancia en la descripción de los fenómenos electromagnéticos.
- Ondas electromagnéticas y su propagación.

## 2. Introducción a la física cuántica

Teoría especial de la relatividad: postulados y efectos fundamentales.

Descubrimiento de los rayos-X y el electrón.

Espectros atómicos y Radiación de cuerpo negro.

Modelos atómicos: Thomson, Rutherford y Bohr.

Dualidad onda-partícula y la interpretación cuántica.

## 3. Ecuación de Schrödinger y sistemas cuánticos

- Ondas materiales de de Broglie y principio de incertidumbre de Heisenberg.
- Ecuación de Schrödinger.
- Propiedades de las funciones de onda y densidades de probabilidad.
- Sistemas cuánticos simples: partícula en un pozo de potencial de barreras infinitas, partícula en un pozo de potencial de barreras finitas.

## Bibliografía

- Electromagnetismo:

1.- J.R. Reitz, F.J. Milford y R.W. Christy, Fundamentos de la Teoría Electromagnética (Addison-Wesley Iberoamericana, 1996).

- 2.- M. Alonso y E.J. Finn, Física, Vol. II (Fondo Educativo Interamericano, 1976).
3. - Guru, B.S. y Hizioglu, H.R. (2004). Electromagnetic field theory fundamentals. New York: Cambridge University Press

- Mecánica Cuántica:

- 1.- G. Sposito, An Introduction to Quantum Physics (John Wiley and Sons, 1970).
- 2.- M. Alonso y E.J. Finn, Física, Vol. III (Fondo Educativo Interamericano, 1976).
- 3.- Luis de la Peña y Mirna Villavicencio, Problemas y Ejercicios de Mecánica Cuántica (Fondo de Cultura Económica, 2003).
- 4.- Kenneth Krane (2012) Modern Physics, 3rd Edition. John Wiley & Sons, Inc.

- Física Atómica y Molecular

- 1.- A. Beiser, Concepts of Modern Physics, 6th Ed. (McGraw-Hill, 2003).
- 2.- H.C. Ohanian, Modern Physics, 2nd Ed. (Prentice-Hall, 1995).

- Física del Estado Sólido

- 1.- M.N. Rudden y J. Wilson, Elements of Solid State Physics, 2nd Ed. (John Wiley, 1993).
- 2.- M.A. Omar, Elementary Solid State