



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAFA**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

EXP-UNC 49928/2015

**VISTO:**

La Ordenanza CD 06/2015 que establece el Plan de Estudios de la Carrera de Posgrado Doctorado en Ciencia de Materiales, que se realiza en forma conjunta con Facultad de Ciencias Químicas de la UNC; y

**CONSIDERANDO:**

Que el Dr. Raúl E. Carbonio, Director de la mencionada carrera de posgrado, ha efectuado una presentación de los programas extendidos de cada uno de los cursos que forman el Plan de Estudios de la misma;

Que la presentación cuenta con el aval del Consejo Académico de la Carrera;

Que el Consejo de Posgrado de la Facultad ha analizado la presentación del Dr. Carbonio recomendando su aprobación.

Por ello,

EL CONSEJO DIRECTIVO  
DE LA FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMÍA Y FÍSICA

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º: Aprobar los programas extendidos correspondiente a cada uno de los cursos de la carrera de posgrado del Doctorado en Ciencia de Materiales y que forman parte del Anexo de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2º: Notifíquese Facultad de Ciencias Químicas de la UNC para su consideración, publíquese y archívese.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMÍA Y FÍSICA A DIECINUEVE DIAS DEL MES DE OCTUBRE DE DOS MIL QUINCE.

*pc* RESOLUCION CD N° 389/2015

  
Dra. SILVIA PATRICIA SILVETTI  
SECRETARIA GENERAL  
FaMAF

  
Dra. Ing. MIRTA IRIONDO  
DECANA  
FaMAF



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

Anexo Resolución CD N° 389/2015

CURSO GENERAL OBLIGATORIO

INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES

Objetivos:

Introducir al estudiante en el tema de la ciencia de materiales en general, independientemente del tema de tesis elegido. Que el estudiante cuente con las bases del estado sólido, estructuras cristalinas, termodinámica y transformaciones de fases en sólidos y un conocimiento general sobre los distintos tipos de materiales: aleaciones, materiales inorgánicos, mesoporosos ordenados, poliméricos y biomateriales, sus propiedades, aplicaciones y en ciertos casos la relación estructura-propiedades.

Contenidos mínimos:

- I. La materia condensada. Sólidos amorfos y cristalinos. Tipos de enlaces. Propiedades de los sólidos dependientes del tipo de potencial de interacción.
- II. Estructuras cristalinas. Celda unitaria. Redes de Bravais. Grupos Espaciales. Modelo de esferas rígidas. Principales estructuras cristalinas metálicas. Índices de Miller. Número de coordinación. Sitios intersticiales. Alotropía o polimorfismo. Compuestos inorgánicos. Familias estructurales. Análisis de estructuras cristalinas. Difracción de rayos X de neutrones y de electrones.
- III. Defectos en cristales: puntuales, lineales, superficiales, volumétricos
- IV. Termodinámica. Primera y Segunda Ley de la Termodinámica. Energía Libre de Gibbs. Tercera Ley de la Termodinámica. Soluciones. Equilibrio Entre Fases. Potencial Químico. Diagramas de Fases.
- V. Difusión. Naturaleza de la difusión. Mecanismos de difusión atómica en sólidos.
- VI. Transformaciones de Fase. Nucleación. Solidificación. Transformaciones de fase sólido-sólido. Transformaciones controladas por difusión. Transformación martensítica. Diagramas de fases metaestables.
- VII. Propiedades mecánicas. Elasticidad. Plasticidad. Fractura. Creep. Fatiga.
- VIII. Materiales Inorgánicos. Sólidos covalentes. Sólidos iónicos. Energía de la Red Cristalina. Descripción de estructuras cristalinas. Familias estructurales.

AS  
b  
PE



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

Factores que afectan las estructuras cristalinas. Reglas de Pauling. Compuestos de Coordinación. Teoría del campo cristalino. Calcogenuros binarios y ternarios. Aplicaciones: Superconductores, magnetoresistentes, ferroeléctricos, magnetoeléctricos.

IX. Materiales mesoporosos ordenados. Mecanismos de síntesis. Modificaciones estructurales. Tipos de estructuras mesoporosas. Propiedades. Caracterización de propiedades. Materiales mesoporosos híbridos.

X. Materiales Poliméricos. Conceptos generales. Características fundamentales en Polímeros. Distintos tipos de Polímeros. Síntesis de Polímeros. Diferentes tipos de polimerizaciones. Purificación, caracterización e identificación de compuestos macromoleculares. Comportamiento térmico de los polímeros. Estados amorfos y cristalinos. Diseño molecular y preparación de materiales poliméricos porosos: estructura; propiedades físico-químicas. Materiales poliméricos funcionalizados. Nanoestructuración. Relación Estructura-Propiedad

XI. Biomateriales. Estructura y propiedades de biomateriales naturales y sintéticos. Biocompatibilidad y bioactividad. Ingeniería de tejidos. Evaluación de la respuesta de biomateriales. Perspectivas y posibilidades en ciencias de biomateriales.

#### Bibliografía:

- Richard Swalin. "Thermodynamics of Solids". 1972 John Wiley & Sons. ISBN 0-471-83854-3

- C. H. P. Lupis. "Chemical Thermodynamics of Materials". North Holland 1983. ISBN 0-444-00779-2

- John D. Verhoeven. "Fundamentals of Physical Metallurgy". 1972 John Wiley and Son. ISBN 0-471-90616-6

- Ashby M. and Jones D. R. H., "Engineering Materials vol. 1. Engineering Materials vol. 2: An introduction to Microstructures, Processing and Design". Butterworth Heinemann. Oxford

- Cahn R.W., "Physical Metallurgy". North Holland Publishing Company, Amsterdam.

- Reed-Hill, D. "Physical Metallurgy Principles", Van Nostrand Company, John Wiley & Sons, Inc. New York.

- Weertman, J and Weertman Y., "Elementary Dislocations Theory". Oxford University Press. London.

- U. Müller. "Inorganic Structural Chemistry". John Wiley & Sons. Chichester (UK). (1993).

- A. Wold and K. Dwight. "Solid State Chemistry: Synthesis, Structure and Properties of Selected Oxides and Sulfides". Chapman & Hall Inc. New York (1993).

PC



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

- G. S. Roher. "Structure and Bonding in Crystalline Materials". Cambridge University Press. Cambridge (2001).
- A. K. Cheetham and P. Day (Eds.). "Solid State Chemistry: Compounds". Oxford Science Pub. Oxford (1993).
- P. A. Cox. "Transition Metal Oxides: An Introduction to their Electronic Structure and Properties". Clarendon Press. Oxford (1995).
- P. P. Edwards and C. N. R. Rao (Eds.). "The Metallic and Nonmetallic States of Matter". Taylon & Francis. London (1985).
- S. Rosen. "Fundamental Principles of Polymeric Materials". J. Wiley & Sons ,2ª edición, Nueva York, 1993.
- G.S. Misra. "Introductory Polymer Chemistry". J. Wiley & Sons, Nueva York, 1993.
- M. Stevens. "Polymer Chemistry: An Introduction". Editorial OUP USA, 3ª edición, 1999
- Enderlee J, Blanchard S, Bronzino J, "Introduction to Biomedical Engineering", Elsevier Academic Press. Amsterdam. 2nd Edition 2005.
- Guelcher SA y Hollinger JO. "An Introduction to Biomaterials". CRC Taylor & Francis. Boca Raton 2006.
- B. D. Ratner, A. S. Hoffman, F. J. Schoen and J. E. Lemons. "Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine". Third Edition. Elsevier. Amsterdam (2014).
- Y. Rosen and N. Elman. "Biomaterials Science: An Integrated Clinical and Engineering Approach". CRC Press Taylor & Francis Group. Boca Raton (2013).
- D. Hutmacher and W. Chrzanowski (Editores). "Biointerfaces: Where Material Meets Biology". Royal Society of Chemistry. Cambridge (2015).
- B. Basu, D. Katti and A. Kumar (Editores). "Advanced Biomaterials. Fundamentals, Processing, and Applications". John Wiley & Sons, Inc. Hoboken (2009).
- "The Handbook of Nanomedicine" Second Edition. Kewal K. Jain MD, FRACS, FFPM Jain Springer Science+Business Media New York 2012
- "Introducción a la Inmunología Humana". Autores: Leonardo Fainboim, Jorge Geffner. Edición: 6ª.
- "Control of adaptive immunity by the innate immune system". Akiko Iwasaki and Ruslan Medzhitov. Nature Immunology vol 16, number 4, 2015, 343. Key roles of adjuvants in modern vaccines
- Reed SG, Orr MT, Fox CB. Nat Med 2013 Dec; 19(12):1597-1608.
- Hubbell JA, Thomas SN, Swartz MA. "Materials engineering for immunomodulation". Nature 2009 Nov 26;462(7272):449-460.
- C. Poole, F. Owens. "Introducción a la nanotecnología" Editorial Reverté. (2005)
- A. Corma. "From microporous to mesoporous molecular sieve materials and their use in catálisis" Chem. Rev., 97, 2373-2419 (1997).

PL



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## CURSOS GENERALES OPTATIVOS

### INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA DEL SÓLIDO

#### Objetivos:

Describir la geometría de estructuras cristalinas simples. Comprender las propiedades básicas de las vibraciones de la red cristalina y relacionarla con las propiedades del cristal. Explicar propiedades básicas de los estados electrónicos en un cristal. Entender las limitaciones y alcances tanto del modelo de electrones cuasi-libres (nearly-free) como del modelo de enlaces fuertes.

#### Contenidos Mínimos:

Modelo de electrones libres, concepto de superficie de Fermi y densidad de estados. Redes cristalinas, definiciones y ejemplos. Electrones en un potencial periódico: Teorema de Bloch. Aproximaciones para el cálculo de estructuras de bandas: Electrones en un potencial periódico débil, aproximación de enlace fuerte. Dinámica de electrones en un cristal. Teorías del cristal armónico, fonones.

#### Bibliografía:

- Ashcroft y Mermin. "Solid State Physics". Brooks Cole Publishers, New York (1976).
- Ziman. "Principles of the theory of solids". 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge, UK (1979).
- Peierls. "Surprises in theoretical physics". Princeton University Press, Princeton (1979).
- Peierls. "More surprises in theoretical physics". Princeton University Press, Princeton (1991).
- Kaxiras. "Atomic and Electronic Structure of Solids". Cambridge University Press, Cambridge, UK (2003).

pc



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## QUÍMICA DE MATERIALES INORGÁNICOS

### Objetivos:

Enseñar las bases de la formación de los compuestos inorgánicos basados en empaquetamientos compactos, la descripción de sus estructuras cristalinas y los factores que las afectan. Describir las principales familias estructurales y analizar la relación estructura-propiedades, describiendo estas últimas para los compuestos que han tenido mayor impacto tecnológico en los últimos años.

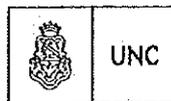
### Contenidos Mínimos:

El enlace químico en los sólidos inorgánicos. Sólidos covalentes. Sólidos iónicos. Energía de la red cristalina. Sólidos derivados de estructuras de empaquetamiento compacto. Familias estructurales. Grupos Espaciales. Cristalografía: descripción y clasificaciones de estructuras cristalinas. Sólidos sin empaquetamiento compacto. Factores que afectan las estructuras cristalinas. Reglas de Pauling. Efectos de electrones no enlazantes. Compuestos en capas. Compuestos de intercalación. Compuestos de metales de transición. Teoría del campo cristalino. Teoría de orbitales moleculares. Estructura de bandas. Aislantes. Semiconductores. Materiales metálicos. Transición Metal-Aislante. Propiedades magnéticas. Dieléctricos. Piezoeléctricos. Ferroeléctricos propios e impropios. Relaxores. Superconductores. Materiales inorgánicos multifuncionales: magnetoeléctricos, magnetorresistentes. Relación estructura-propiedades.

### Bibliografía:

- U. Müller. "Inorganic Structural Chemistry". John Wiley & Sons. Chichester (UK). (1993).
- A. Wold and K. Dwight. "Solid State Chemistry: Synthesis, Structure and Properties of Selected Oxides and Sulfides". Chapman & Hall Inc. New York (1993).
- G. S. Rohrer. "Structure and Bonding in Crystalline Materials". Cambridge University Press. Cambridge (2001).
- A. K. Cheetham and P. Day (Eds.). "Solid State Chemistry: Compounds". Oxford Science Pub. Oxford (1993).
- C.N.R. Rao and B. Raveau. "Transition Metal Oxides: Structure, Properties and Synthesis of Ceramic Oxides". 2nd Ed. Wiley-VCH. New York (1998).
- P. A. Cox. "Transition Metal Oxides: An Introduction to their Electronic Structure and Properties". Clarendon Press. Oxford (1995).
- P. P. Edwards and C. N. R. Rao (Eds.). "The Metallic and Nonmetallic States of Matter". Taylor & Francis. London (1985).

pc



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## MATERIALES POLIMÉRICOS

### Objetivos:

El objetivo del curso es impartir conceptos teóricos y prácticos sobre el diseño, desarrollo y avances referidos a síntesis, modificación y caracterización de nuevos materiales derivados de polímeros, compuestos hiperfuncionalizados e hiperramificados, materiales híbridos y nanomateriales.

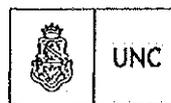
Se pretende que el estudiante conozca las propiedades de los materiales poliméricos relacionadas con su estructura y composición, y que pueda analizar la relación estructura / propiedad para cada caso. Además, se prevé que el estudiante adquiera conocimientos de casos representativos de diversas áreas de aplicación y de las nuevas tendencias en materiales poliméricos para seleccionarlos según la necesidad de aplicaciones concretas.

### Contenidos Mínimos:

Evolución de la ciencia de los polímeros. Introducción a los materiales poliméricos y compuestos. Estructuras moleculares. Clasificación y Tipos de materiales poliméricos. Propiedades fisicoquímicas y mecánicas de los materiales poliméricos. Diseño molecular y síntesis de materiales poliméricos de tipo: termoplásticos, elastómeros y termoestables. Diseño molecular y síntesis de materiales poliméricos especiales, de tipo funcionalizados; hiperfuncionalizados; hiperramificados; híbridos; nanoestructurados; porosos; inteligentes; etc. Diseño molecular y síntesis de materiales poliméricos compuestos. Técnicas de caracterización de materiales poliméricos. Relación Estructura/Propiedad (E/P). Herramientas fundamentales en el manejo de la relación E/P. Técnicas de procesado en la preparación de materiales poliméricos. Procesos de modificación de superficies de materiales poliméricos. Materiales poliméricos diseñados con propiedades específicas de aplicación en áreas tales como la biomédica; de envases y embalajes; construcción; automotriz; náutica y aeronáutica; etc.

### Bibliografía:

- Vasileios Koutsos, "Polymeric materials: an Introduction", ICE Manual of Construction Materials, Capítulo 46, 571(2009) doi: 10.1680/mocm.35973.0571.
- H. Gleiter. "Nanostructured materials: Basic concepts and microstructure", Acta Mater. 2000, 48: 1-29.
- K. Ishizu y S. Uchida. "Architecture of nanostructured polymers", Prog. Polym. Sci. 2003, 28: 27-54.
- D. Spivak. "Optimization, evaluation and characterization of molecularly imprinted polymers", Adv. Drug Delivery Reviews, 2005, 57: 1779-1794.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

- K. Kato, E. Uchida y Y. Ikada, "Polymer surface with graft chains", Prog. Polym. Sci, 2003, 28: 209-259.
- J. Goddard y J. Hotchkiss, "Polymer surface modification for the attachment of bioactive compounds". Prog. Polym. Sci, 2007, 32: 698-725.
- Hennink WE, Van Nostum CF. "Novel crosslinking methods to design Hydrogels". Adv. Drug Delivery Reviews 2002; 54: 13-36.
- J. Fréchet y D. Tomalia. "Dendrimers and other Dendritic Polymers". Wiley Series in Polym. Sci. (2001).
- Galaev I and Mattiasson B, "Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine", CRC Press, Boca Raton, FL (2008)
- Y. Lu, S.C. Chen, "Micro and nano-fabrication of biodegradable polymers for drug delivery". Advanced Drug Delivery Reviews, 2004, 56: 1621-1633.
- G. Zotti, B. Vercelli y A. Berlín, "Monolayers and Multilayers of Conjugated Polymers as Nanosized Electronic Components", Accounts of Chemical Research, 2008, 41 (9): 1098-1109.
- V. Palermo, Andrea Liscio, Matteo Palma, Mathieu Surin, Roberto Lazzaroni y Paolo Samori, "Exploring nanoscale electrical and electronic properties of organic and polymeric functional materials by atomic force microscopy based approaches", Chem. Commun., 2007, 3326–3337.
- J.M.J. Fréchet, "Functional polymers: from plastic electronics to polymer-assisted therapeutics", Progress in Polymer Science, 2005, 30 (8-9): 844-857.
- T. Kehat, K. Goren y M. Portnoy, "Dendrons on insoluble supports: synthesis and applications", New J. Chem., 2007, 31: 1218–1242.
- M. Calderón, M. Quadir, M. Strumia, R. Haag, "Functional dendritic polymer architectures as stimuli-responsive nanocarriers", Biochimie 2010, 92:1242-1251.
- R. Satchi-Fainaro, R. Duncan, "Polymer Therapeutics I: Polymers as Drugs, Conjugates and Gene Delivery Systems", Advances in Polymer Science, v. 1-2 (2006).
- K.Landfester y A. Musyanovych. "Hydrogels in Miniemulsions". Adv Polym Sci , 2010, 234: 39–63.
- K. Raemdonck, J. Demeester y S. De Smedt, "Advanced nanogel engineering for drug delivery". Soft Matter, 2009, 5: 707–715.
- M. Motornov, Y. Roiter, I. Tokarev, S. Minko, "Stimuli-responsive nanoparticles, nanogels and capsules for integrated multifunctional intelligent systems", Progress in Polymer Science, 2010, 35: 174–211
- Buengera, D.; Topuza, F.; Groll, J. "Hydrogels in Sensing Applications". Progress in Polymer Science 2012, 37 (12), 1678–1719.
- Park, S.; Kim, S. H.; Won, K.; Choi, J. W.; Kim, Y. H.; Kim, H. J.; Yang, Y. H.; Lee; Sang, H. Wood, "Mimetic Hydrogel Beads for Enzyme Immobilization". Carbohydrate Polymers 2015, 115, 223–229.

PC



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## FÍSICO QUÍMICA DE SUPERFICIES

### Objetivos:

El objetivo del curso es el estudio de la estructura y reactividad de superficies de distintos materiales (metales, semiconductores, óxidos, cerámicos, materiales carbonosos) como conocimiento fundamental para comprender las interacciones entre (nano)partículas, los procesos involucrados en la funcionalización de superficies, la respuesta de superficies catalíticas y los fundamentos de las técnicas electroquímicas y SPM.

### Contenidos mínimos:

Estructura de superficies: Metales, semiconductores, óxidos, cerámicos, materiales carbonosos. Superficies homogéneas y heterogéneas. Sólidos porosos y laminares. Procesos interfaciales: - Tensión superficial. – Adsorción. Capilaridad. - Mojado y ángulo de contacto. Reactividad y dinámica de procesos superficiales: Interfaz sólido-gas. Caracterización de superficies sólidas. - Isotermas de adsorción. Modelos sencillos: análisis termodinámico. - Adsorción en multicapas. Modelos BET: área superficial y porosidad. Reactividad y dinámica de procesos superficiales: Interfazsólido-líquido. - Sitios superficiales. Desarrollo de carga eléctrica. Modelos de la doble capa eléctrica. - Interacciones adsorbato-adsorbente y adsorbato-adsorbato. - Intercambio solvente-adsorbato. - Cinética de adsorción. Transporte desde la solución. - Isotermas de adsorción.

### Bibliografía:

- C. Kittel. "Introduction to solid state physics". Eighth Edition. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken (2005).
- G.A. Somorjai and Y. Li. "Introduction to surface chemistry and catalysis". Second Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken (2010).
- W. Schmickler and E. Santos. "Interfacial electrochemistry". Second Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2010).
- J. Lyklema. "Fundamentals of interface and colloid science" Volumen I y II. Academic Press. London (1995).
- D.L. Feldheim, C.A. Foss (Eds). "Metal nanoparticles". Marcel Dekker. New York (2002).

PC



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

- 
- K. Balani, V. Verma, A. Agarwal and R. Narayan (Eds). "Biosurfaces: A Materials Science and Engineering Perspective". John Wiley & Sons, Inc. Hoboken (2015).
- W. Norde. "Colloids and Interfaces in Life Sciences and Bionanotechnology". Second Edition. CRC Press Taylor & Francis Group. Boca Raton (2011).
  - Z. L. Wang. "Characterization of nanophase materials". John Wiley & Sons, Inc. Hoboken (2000).
  - C. S. S. R. Kumar. (Ed.) "Surface Science Tools for Nanomaterials Characterization". Springer-Verlag. Berlin Heidelberg (2015).

Pi

A large, stylized handwritten signature in black ink, located on the left side of the page.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## MÉTODOS DE CÁLCULO APLICADOS AL DISEÑO Y ESTUDIO DE PROPIEDADES DE MATERIALES.

### Objetivos:

El objetivo del curso es proporcionar una visión global y actualizada de los distintos métodos computacionales disponibles para el modelado y la predicción de propiedades en materiales. En el curso se abordarán los diferentes temas utilizando ejemplos y aplicaciones en diferentes áreas

### Contenidos Mínimos:

#### Métodos de dinámica atómica/molecular

Introducción a la simulación por computadora. Tipos de modelos: cuánticos, semiempíricos, mesoscópicos, continuos. Ecuaciones diferenciales ordinarias para dinámica de partículas. Las bases de dinámica molecular clásica. Elementos de mecánica clásica. Condiciones iniciales (estructuras). Ensamblajes (microcanónico, canónico). Potenciales Interatómicos / Campos de Fuerza. Formas de mejorar la eficiencia del cálculo.

#### Aplicaciones del Método de Monte Carlo a la simulación de Materiales.

Introducción a la Mecánica Estadística. Derivación de la función de distribución de densidad de probabilidad para el ensamble generalizado. Ensamblajes más comunes: Microcanónico, Canónico y Gran canónico. Funciones de partición y distribución de probabilidades. Noción de variable aleatoria. Cadenas Markovianas. Métodos de Monte Carlo: La estrategia básica de Monte Carlo. Generación variables aleatorias con una distribución especificada. El algoritmo de Metrópolis. Aplicación a sistemas de fase condensada. Templado simulado. Predicción de la estructura de sólidos inorgánicos cristalinos.

#### Teoría del funcional de la densidad electrónica

Teoremas de Hohenberg y Kohn. Ecuaciones de Kohn-Sham. Energía de correlación e intercambio en DFT. Naturaleza de la energía de correlación e intercambio. Definiciones. El hueco de correlación e intercambio. La integral de acoplamiento. Propiedades formales de los funcionales. Funcionales de correlación e intercambio. La aproximación de densidad local, La aproximación generalizada de gradientes. Funcionales que dependen de los orbitales. Intercambio exacto. Funcionales Híbridos.

pe



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

Aplicaciones de Teoría de funcional de densidad a sistemas complejos.

Sólidos, superficies y sistemas bidimensionales. Cálculo de propiedades de materiales.

Teoría de funcional de la densidad electrónica dependiente del tiempo.

Teoría de respuesta lineal. Teorema de Runge-Gross. Teoría del Funcional de la Densidad Dependiente del Tiempo (TDDFT). Absorción óptica y otras propiedades a partir de la TDDFT. Conductancia molecular.

Bibliografía:

- Rubin H. Landau, Manuel J. Páez, Cristian C. Bordeianu, "Computational Physics: Problem Solving with Computers", Second Edition, Wiley, NJ (2007).
- Daan Frenkel, Berend Smit. "Understanding Molecular Simulation, Second Edition: From Algorithms to Applications (Computational Science)". 2nd Edition, Academic Press (2001).
- M. P. Allen, D. J. Tildesley, "Computer Simulation of Liquids", (Oxford Science Publications). Reprint Edition Clarendon Press; Washington DC (1989).
- Binder, K., Heermann, D. W., "Monte Carlo simulation in statistical physics: an introduction", Springer Verlag, Amsterdam (2002).
- Steven H. Strogatz, "Nonlinear Dynamics And Chaos: With Applications To Physics, Biology, Chemistry and Engineering (Studies in Nonlinearity)". Westview Press; (2001).
- S. E. Koonin and D. C. Meredith. "Computational Physics-Fortran Vesion". Addison-Wesley Pub. 1990.
- E.K.U. Gross and W. Kohn, Phys Rev. Lett. 55 2850 (1985).
- E.K.U Gross, F.J. Dobson and M. Petersilka, "Density Functional Theory", Springer, New York (1996).
- M.A.L. Marques and E.K.U. Gross in "A Primer in Density Functional Theory". Edited by C.Fiolhais, F.Nogueira and M.A.L. Marques Springer, Berlin (2003).
- J. M. Thijssen. "Computational Physics". Cambridge University Press. Cambridge (1999).

pc



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## TRANSFORMACIONES DE FASE EN METALES Y ALEACIONES

### Objetivos:

Estudiar las principales transformaciones de fase sólido-sólido, sólido líquido y sólido-vapor que ocurren en metales y aleaciones. Describir y analizar los mecanismos que inducen y controlan tales transformaciones.

### Contenidos Mínimos:

Introducción General. Clasificación de las transformaciones. Características de las transformaciones de nucleación y crecimiento. Características de las transformaciones martensíticas. Curvas de transformación isotérmica.

La difusión en el estado sólido. Mecanismo de la migración atómica. Base estadística de la difusión: la ley de Fick. Teoría fenomenológica de la difusión. Difusión uphill.

Teoría Cinética formal de transformación. Transformación nucleada en los límites de grano. Análisis de curvas de transformación isotérmicas. Transformación con las leyes de crecimiento parabólicos. Efectos de la temperatura: transformaciones no isotérmicas.

Crecimiento desde la fase de vapor. El crecimiento de un cristal perfecto a baja sobresaturación. Cristales reales: la teoría de Frank de crecimiento de los cristales. El crecimiento de los revestimientos de superficie y películas delgadas a partir del vapor. Crecimiento de whiskers, nanocristales, cuasi-cristales y sólidos amorfos desde la fase de vapor.

La solidificación y la fusión. La solidificación de los metales puros. La nucleación en transformaciones líquido-sólido en aleaciones. El crecimiento de cristales a partir de la masa fundida. Solidificación de aleaciones.

Los cambios polimórficos. Reacciones de estado sólido en los metales puros. Transformaciones masivas.

Precipitación en soluciones sólidas supersaturadas. Tipos de precipitación: descomposición espinodal. Precipitación continua. Precipitación discontinua. Formación de zonas GP y otros cambios de baja temperatura.

Descomposición y diagramas TTT. Transformation eutectoide. La transformación austenita-perlita en aceros. La formación de austenita a partir de mezclas de ferrita y cementita.

PC



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

Transformaciones orden-desorden. La formación de superred. La transformación de orden como una reacción continua: los cambios en el orden de largo alcance. Recuperación. La recristalización y el crecimiento de grano. Recocido de metales trabajados en frío. Recristalización primaria. El crecimiento del grano, la recristalización secundaria.

Bibliografía:

- J. W. Christian. "The theory of phase transformations in metals and alloys, Equilibrium and General Kinetic Theory", Pergamon Press, Oxford, (1975).
- R.W. Cahn, P Haasen Ed. "Physical Metallurgy", Vol I and II. Elsevier, North Holland, (1983).
- D. A. Porter, K. E. Easterling. "Phase transformations in metals and alloys", CRC Press, Taylor & Francis Group, (2009).

PE  
b  
A



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## CURSOS ESPECÍFICOS

### BIOMATERIALES I: ESTRUCTURA

#### Objetivos:

Se abordará la estructura y propiedades de los diferentes biomateriales naturales y sintéticos clasificados según el tipo de material (metálico, aleación, cerámico, polimérico, compuestos) y según la aplicación que vayan a tener (biosensores, sistema esquelético, sistema vascular, sistema auditivo, liberación controlada, odontología).

Se evaluarán las principales propiedades que deben de cumplir los materiales para ser considerados como biomateriales, así como su método de fabricación y su diseño a medida de la necesidad planteada

#### Contenidos Mínimos:

Bloque I: Biomateriales: Metálicos, cerámicos, poliméricos, compuestos.

Introducción. Estructura y propiedades mecánicas de los materiales sólidos.

Propiedades superficiales de los materiales sólidos. Biomateriales metálicos.

Biomateriales cerámicos. Biomateriales poliméricos. Hidrogeles. Biomateriales compuestos. Biomateriales biológicos. Colágeno.

Bloque II: Biocompatibilidad. Degradación. Funcionalización de biomateriales y biosíntesis. Degradación de biomateriales. Aplicaciones en implantes.

Introducción a la Ingeniería de Tejidos.

Bloque III: Consideraciones finales. Perspectivas y posibilidades en Ciencia de Biomateriales

#### Bibliografía:

-Ratner BD, Hoffman AS, Schoen FJ, Lemons J. "Biomaterials Science. An Introduction to Materials in Medicine". Elsevier Academic Press. Amsterdam. 2<sup>nd</sup> Edition 2004.

- Enderlee J, Blanchard S, Bronzino J, "Introduction to Biomedical Engineering", Elsevier Academic Press. Amsterdam. 2<sup>nd</sup> Edition 2005.

- Guelcher SA y Hollinger JO. "An Introduction to Biomaterials". CRC Taylor & Francis. Boca Raton 2006.

pc



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAFA  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## BIOMATERIALES II: RESPUESTA BIOLÓGICA A BIOMATERIALES

### Objetivos:

Lograr que estudiante adquiera conocimientos sobre la interacción de materiales con el entorno biológico en términos de degradación, biocompatibilidad, farmacocinética y aspectos inmunológicos.

### Contenidos mínimos:

Respuestas biológicas a biomateriales. Degradación de materiales en un entorno biológico: bio-reabsorción y degradación. Toxicidad sistémica e hipersensibilidad. Coagulación sanguínea e interacciones sangre-materiales. Biofilms, biomateriales e infecciones relacionadas con dispositivos. Testeo biológico de biomateriales. Aplicaciones de biomateriales. Implantes, dispositivos y biomateriales: consideraciones especiales. Biomateriales y medicina regenerativa: ingeniería de tejidos. Aplicaciones de biomateriales en Tecnología farmacéutica y farmacoterapia. Conceptos de inmunidad innata y adaptativa. Receptores de la inmunidad innata y células del sistema inmune innato y adaptativo. La respuesta inmune a materiales extraños. Sistema de complemento. Inflamación, cicatrización y respuesta a cuerpos extraños

Vacunas. Adyuvantes de vacunas aprobados para uso humano. El microambiente inmune en procesos neoplásicos. Uso de biomateriales. Aspectos regulatorios y éticos del uso de biomateriales.

### Bibliografía:

B. D. Ratner, A. S. Hoffman, F. J. Schoen and J. E. Lemons. "Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine". Third Edition. Elsevier. Amsterdam (2014).

- Y. Rosen and N. Elman. "Biomaterials Science: An Integrated Clinical and Engineering Approach". CRC Press Taylor & Francis Group. Boca Raton (2013).

- M. Zilberman (Editor). "Active Implants and Scaffolds for Tissue Regeneration". Springer-Verlag. Berlin Heidelberg (2014).

- K. K. Jain. "The Handbook of Nanomedicine". Second Edition. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg (2012).

- L. Fainboim y J. Geffner. "Introducción a la Inmunología Humana". Sexta Edición. Editorial Médica Panamericana. Madrid (2011).

- A. Iwasaki and R. Medzhitov. "Control of adaptive immunity by the innate immune system". Nature Immunology vol. 16, number 4, pp. 343-353. Nature Publishing Group, Macmillan Publishers Limited. Hampshire (2015)

- S. G. Reed, M.T. Orr and C. B. Fox. "Key roles of adjuvants in modern vaccines". Nature Medicine vol. 19, number 12, pp. 1597-1608. Nature Publishing Group, Macmillan Publishers Limited. Hampshire (2013).

- J. A. Hubbell, S.N. Thomas and M. A. Swartz. "Materials engineering for immune modulation". Nature vol. 26, number 462, pp. 449-460. Nature Publishing Group, Macmillan Publishers Limited. Hampshire (2009).

pe



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## REFINAMIENTO DE ESTRUCTURAS CRISTALINAS

### Objetivos:

Que el estudiante aprenda los fundamentos de la difracción de polvos (rayos x y neutrones). Que analice en detalle los grupos puntuales cristalográficos y grupos espaciales y los aplique a casos particulares de estructuras cristalinas. Que conozca los fundamentos de la producción de RX de radiación sincrotrón y neutrones para su uso en cristalografía. Que aprenda los fundamentos del método de Rietveld y que finalmente se adiestre en el refinamiento de estructuras cristalinas a partir de datos de difracción de polvos.

### Contenidos Mínimos:

#### Difracción de rayos x

Simetría puntual y grupos puntuales. Simetría espacial. Redes de Bravais. Planos cristalinos. Índices de Miller. Difracción de rayos x de polvos. Intensidad de los picos de difracción. Indexado de un patrón de difracción. Refinamiento de los parámetros de la celda unidad. Extracción de intensidades de un patrón de difracción de polvos.

#### Grupos Espaciales

Representación de grupos puntuales. Ejemplos de simetría puntual en moléculas: posiciones generales y espaciales. Los 32 grupos puntuales cristalográficos. Desarrollo de los grupos espaciales. Grupos simórficos y no-simórficos. Algunos ejemplos de grupos espaciales. Uso de las Tablas Internacionales de Cristalografía.

#### Radiación Síncrotron

Generación de rayos x en una fuente de radiación síncrotron. Comparación de rayos x generados por fuente convencional y por fuente síncrotron. Estrategias de colección de datos de difracción de polvos. Algunos ejemplos de Fuentes de radiación síncrotron. Ventajas de la utilización de la radiación síncrotron para la realización de difracción de rayos x de polvos.

PC



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## Difracción de neutrones

Fuentes de producción de neutrones: Fuentes de Espalación y Reactores Nucleares. Ejemplos. Ventajas de la difracción de neutrones sobre la difracción de rayos x.

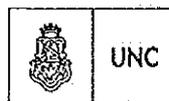
## Refinamiento de estructuras cristalinas a partir de datos de difracción de polvos: Análisis Rietveld

Funciones analíticas para la reproducción de los picos de difracción. Parámetros refinables. Factores R. Estrategias de refinamiento. Obtención de modelos estructurales de las bases de datos cristalográficas. Difracción de rayos x vs difracción de neutrones. Programa FULLPROF. Ejemplos de refinamientos de estructuras cristalinas con el programa FULLPROF.

## Bibliografía:

- L. Reinaudi y R. E. Carbonio. "Determinación de Estructuras Cristalinas a Partir de Datos de Difracción de Polvos y el Método de Rietveld". Sociedad Mexicana de Cristalografía. México (2004).
- C. Giacovazzo, H. L. Mónaco, D. Viterbo, F. Scordari, G. Gilli, G. Zanotti and M. Catti, "Fundamentals of Crystallography". C. Giacovazzo Ed. Oxford University Press. Oxford (1994).
- G. Burns and A. M. Glazer. "Space Groups for Solid State Scientists". Second Edition. Academic Press, Inc. London (1990).
- T. Hann (Editor). "International Tables for Crystallography". Vol. A: Space Group Symmetry. (1989).
- H. P. Klug and L. E. Alexander. "X-ray Diffraction Procedures for Polycrystalline and Amorphous Materials". John Wiley & Sons. Second Edition. (1974).
- R. A. Young (Editor). "The Rietveld Method". IUCr Monographs on Crystallography 5. Oxford University Press. New York (1993).

pc



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## NANOMATERIALES

### Objetivos:

El presente curso tiene como objetivo familiarizar a los estudiantes con los diferentes tipos de nanomateriales descubiertos en los últimos tiempos, haciendo principal hincapié en las propiedades físicas y químicas que dependen del tamaño de los mismos. Se introducirán los principales métodos de síntesis y caracterización de materiales en la nanoescala. La impronta del curso es dar un fuerte contenido de los fundamentos, y posteriormente aplicarlos a problemas concretos. El curso incluirá también una revisión de las principales aplicaciones en sectores tecnológicos, de salud y medioambiente.

### Contenidos Mínimos:

Introducción a la Nanociencia y Nanotecnología. Métodos de Síntesis húmedos y secos. Técnicas de Caracterización de Nanomateriales. Propiedades dependientes del tamaño: ópticas, mecánicas, térmicas, magnéticas, catalíticas, eléctricas. Nanomateriales basados en carbono: Grafeno, Fullerenos, Nanotubos, Nanofibras. Nanopartículas metálicas, nanoaleaciones. Óxidos semiconductores en la nanoescala. Nanocerámicos. Nanomateriales orgánicos. Aplicaciones de Nanomateriales.

### Bibliografía:

- Vajtai, Robert (Ed.). "Springer Handbook of Nanomaterials" , Springer-Verlag, Berlin Ed. (2013)
- M. M. Mariscal, O. A. Oviedo, E. P. Leiva "Metal Clusters and Nanoalloys: From Modelling to Applications" Springer Ed. (2013)
- Guozhong Cao, "Nanostructures & Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications" Imperial College Press, London (2011)
- Dieter Vollath, "Nanomaterials: An Introduction to Synthesis, Properties and Applications" 2nd Edition Wiley VCH. (2013)
- Adachi, M.; Lockwood, D. J.: "Self-Organized Nanoscale Materials", Springer, Berlin (2006).
- Bruce, D. W.; O'Hare, D.; Walton, R.: "Low-Dimensional Solids", Inorganic Materials Series, Wiley-Blackwell, NJ (2010).
- Cullity, B. D.: "Introduction to Magnetic Materials", Addison-Wesley, NY (1972).
- Ozin, G. A.; Arsenault, A. C.; Cademartiri, L.: "Nanochemistry: A Chemical

PC



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

- Approach to Nanomaterials", 2ª Ed., RSC Publishing (2009)
- Rao, C. N. R.; Müller, A.; Cheetham, A. K.: "Nanomaterials Chemistry: Recent Developments and New Directions", Wiley-VCH, NJ (2007).
- Rao, C. N. R.; Müller, A.; Cheetham, A. K.: "The Chemistry of Nanomaterials. Synthesis, Properties and Applications", Vols. 1 y 2, Wiley-VCH, NJ (2004)
- Schmid, G. (Ed.): "Nanoparticles. From the Theory to Application", 2ª Ed., Wiley-VCH, NJ (2005).
- Wang, Z. L. (Ed.): "Characterization of Nanophase Materials", Wiley-VCH, NJ (2000)

PC

A  
A



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES MAGNÉTICOS

### Objetivos:

Presentar el fenómeno del magnetismo, introduciendo los mecanismos que controlan la fenomenología de los materiales magnéticos, las técnicas de caracterización y las posibles aplicaciones actuales de estos materiales.

- Se pretende que, al finalizar el curso, el estudiante sea capaz de:
- Dar una descripción teórica, microscópica y fenomenológica de los materiales magnéticos.
- Conocer la fenomenología y modelos que explican el comportamiento de los materiales magnéticos.
- Saber cómo es posible caracterizar el comportamiento magnético de los materiales.
- Analizar la influencia de la estructura del material sobre su comportamiento magnético.
- Profundizar la comprensión de los procesos de magnetización de los materiales.
- Reconocer la importancia de la anisotropía magnética en el comportamiento magnético de los materiales y su dependencia de la microestructura.
- Obtener un visión actualizada de los diferentes tipos de materiales magnéticos, de sus aplicaciones y perspectivas.

### Contenidos Mínimos:

Definiciones básicas. Métodos experimentales para caracterización magnética. Diamagnetismo y Paramagnetismo (teorías clásica y cuántica). Ferromagnetismo. Teoría del campo molecular. Antiferromagnetismo y ferrimagnetismo. Modelo de Néel. Anisotropía magnética. Anisotropías mixtas. Dominios magnéticos. Paredes de Bloch y de Néel. Procesos de magnetización. Magnetostricción. Magnetorresistencia. Magnetismo de finas partículas. Fenómenos dinámicos. Materiales magnéticos.

### Bibliografía:

- B. D. Cullity, C. D. Graham. "Introduction to magnetic materials", 2ª Ed. IEEE Press, Wiley, (2009).
- R. C. O'Handley. "Modern magnetic materials: Principles and applications", Wiley, (2000).
- S. Chikazumi, "Physics of ferromagnetism" 2<sup>nd</sup> Ed., Clarendon Press, Oxford, (1997).
- G. Bertotti, "Hysteresis in magnetism", Academic Press, (1998).

Pc



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE PROTEÍNAS

### Objetivos:

Describir las estructuras tridimensionales de proteínas nativas. Fundamentar los principios termodinámicos que determinan la adquisición de esas estructuras. Estudiar la cinética del proceso de plegamiento en polipéptidos completos y del plegamiento acoplado a la biosíntesis en el medio celular. Presentar las metodologías utilizadas para el estudio estructural y termodinámico de proteínas.

### Contenidos mínimos:

Descripción estructural de proteínas en estado nativo. Bases de datos estructurales. Polímeros estadísticos como modelo del estado desplegado. Restricciones conformacionales y supervivencia de estructura en el estado desplegado. Termodinámica del proceso de plegamiento-desplegamiento. Evaluación de energía libre, entalpía y entropía del proceso utilizando calorimetría diferencial de barrido y métodos espectroscópicos. Plegamiento-desplegamiento como transición de fase de primer orden. Cooperatividad. Cinética y modelos del proceso de plegamiento. Adquisición de estructura nativa durante la biosíntesis. Plegamiento en el medio celular. Participación de "chaperonas" y del entorno celular.

### Bibliografía:

- Branden C.I. and Tooze J. "Introduction to Protein Structure". Garland Science (1998).
- Ed. Thomas Creighton. "Protein Folding" W. H. Freeman, N.Y. (1992).
- Udgaonkar J.B. "Multiple routes and structural heterogeneity in protein folding". Annu. Rev. Biophys. (2008) 37 489-510.
- Bédard S., Krishna M.M.G., Mayne L., and Englander S.W. "Protein folding: Independent unrelated pathways or predetermined pathway with optional errors". PNAS 105, 7185 (2008).

pc



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## PRINCIPIOS BÁSICOS DE RMN EN SÓLIDOS

### Objetivos:

Se espera que los participantes adquieran conocimientos sobre la información que puede brindar la RMN de sólidos. Además se espera que al terminar el curso hayan adquirido la capacidad de interpretar espectros de alta resolución en sólidos en sus dos modalidades uni-dimensional y bi-dimensional. Por otra parte se espera que adquieran conocimientos básicos sobre la técnica de imágenes por RMN.

### Contenidos Mínimos:

MODULO 1: Aspectos básicos de la Resonancia Magnética Nuclear (RMN) en Sólidos. El modelo vectorial de la RMN pulsada. La descripción mecánico cuántica. Los pulsos de radio frecuencia. Interacciones de espín nuclear. Conceptos básicos de relajación

MODULO 2: Alta resolución en sólidos para espines  $\frac{1}{2}$ . Rotación al ángulo mágico. Desacople con alta potencia. Polarización cruzada

MODULO 3: Acoplamiento dipolar homonuclear y heteronuclear para espines  $\frac{1}{2}$ .

MODULO 4: Aplicaciones a compuestos de interés farmacéutico y polímeros.

MODULO 5: Demostraciones Prácticas en laboratorio 1.

MODULO 6: Resonancia Cuadrupolar Nuclear y sus aplicaciones a la caracterización de sólidos

MODULO 7: Conceptos básicos de relaxometría magnética nuclear con campo magnético ciclado

MODULO 8: Caracterización de sistemas porosos. Determinación de tamaños de poro por difusión. Determinación de tamaños de poro por relajación.

MODULO 9: Demostraciones Prácticas en laboratorio 2

### Bibliografía:

- Melinda J. Duer, "Introduction to Solid-State NMR Spectroscopy", Blackwell Publishing, (2004).
- Harris, R. K., "Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy: A Physicochemical View", Longman Scientific & Technical: Essex, U.K., (1986).
- Brittain, H. G., "Characterization of Pharmaceutical Compounds in the Solid State", Academic Press: New York, (2011); Vol. 10.

pc



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## PROPIEDADES MECÁNICAS DE SÓLIDOS CRISTALINOS

### Objetivo:

Describir los micromecanismos de deformación plástica, de fatiga y de fractura en materiales cristalinos y su relación con la microestructura de los mismos. Aplicar los conceptos aprendidos al diseño de materiales con prestaciones específicas.

### Contenidos mínimos:

Estructuras cristalinas. Defectos atómicos. Elasticidad lineal. Fluencia **Tensión de fluencia**, mecanismos. Plasticidad El ensayo tensil. Deformación plástica de monocristales y policristales. Micromecanismos de deformación plástica y de endurecimiento por deformación. Mapa de micromecanismos de deformación. Micromecanismos de acumulación de daño. Inestabilidad plástica. Fractura Diversos modos de fractura. Tipos de fractura. Micromecanismos de fractura. Relación entre microestructura y mecanismos de fractura. Mapa de micromecanismos de fractura. Termofluencia o Creep Propiedades mecánicas de los materiales a alta temperatura. Estadios de creep. Micromecanismos de creep. Materiales resistentes al creep. Ejemplos. Fatiga. Tensiones cíclicas. La curva S-N. Iniciación y propagación de grietas. Falla por fatiga. Fatiga producida por tensiones térmicas cíclicas. Materiales compuestos (composites). Filosofía del composite. Predicción de propiedades. Refuerzos Particulados. Laminados. Deformación y fractura de composites. Tenacidad a la fractura.

### Bibliografía:

- John D. Verhoeven. "Fundamentals of Physical Metallurgy". John Wiley & Sons Inc. New York (1972).
- M. Ashby and D. R. H. Jones, "Engineering Materials vol. 1. An introduction to their properties & applications" Second Edition, Butterworth Heinemann. Oxford, (1998).
- M. Ashby and D. R. H. Jones "Engineering Materials vol. 2: An introduction to Microstructures, Processing and Design". Second Edition, Butterworth Heinemann. Oxford, (1998).
- C. Kittel; "Introduction to Solid State Physics", John Wiley & Sons, Inc .New York. (1967).

pc



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

- R. W. Cahn. "Physical Metallurgy", North Holland Publishing Company, Amsterdam. (1970).
- W. D. Callister, "Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales" I y II Editorial Reverté, Barcelona, (1997).
- D. R. Askeland y P. P. Phulé, "Ciencia e ingeniería de los materiales", 4ª edición, Thompson International, (2004).
- John Dorn "Mechanical Behavior of Materials at Elevated Temperatures", First Edition, Mcgraw Hill, New York, (1961).
- D. Hull and T. W. Clyne "An Introduction to Composite Materials". Sec. Edition. Cambridge Solid State Science Series, 1996.

*Handwritten marks:*  
A large, stylized signature or scribble on the left side of the page.  
A small "P" with a horizontal line underneath it, located above the signature.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## MICROSCOPIA ELECTRÓNICA

### Objetivos:

Introducir al estudiante en los fundamentos físicos de la microscopía electrónica de barrido y de transmisión. Describir el funcionamiento de esta clase de microscopios electrónicos y la potencial información que puede obtenerse de los mismos.

### Contenidos mínimos:

Interacción de los electrones con la materia. Interacción de los fotones con la materia. Óptica Electrónica. Descripción de los principales componentes de cada tipo de microscopio. Principios de funcionamiento. Detectores. Microscopía Electrónica de barrido. Contraste por topografía, Contraste por número atómico, Sistema Dispersivo en energía, Microanálisis, Módulo de transmisión, análisis cristalográfico por difracción de electrones secundarios. Microscopía Electrónica de Transmisión. \_Contraste por topografía. Formación e interpretación de los diferentes contrastes. Análisis cristalográfico por difracción de electrones transmitidos. Microscopía de alta resolución. Microscopía de Transmisión en modo de barrido. Microanálisis en microscopía de transmisión.

### Bibliografía:

- P. B. Hirsch, "Electron Microscopy of Thin Crystals", Huntington, N. Y. : Robert E. Publishing Co., (1977).
- G. Thomas and M. Goringe. "Transmission Electron Microscopy of Materials", John Willey & Sons Inc. New York (1965).
- Reimer, L. "Transmission electron microscopy. Physics of image formation and microanalysis", Volume 36 of Springer series in optical sciences, (1997).
- Loretto, MH. "Electron beam analysis of materials", Chapman and Hall, New York (1984).
- J. W. Edington. "Practical Electron Microscopy in Materials Science" Van Nostrand Reinhold, New York (1976).
- Ray F. Egerton. "Physical Principles of Electron Microscopy: An Introduction to TEM, SEM, and AEM", Springer, New York (2005).

pc



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

## BIOFÍSICA MOLECULAR DE BIOMEMBRANAS

### Objetivos:

Impartir conocimientos básicos sobre los avances referidos a las bases moleculares y supramoleculares responsables de las interacciones, autoorganización, estructura, dinámica y estabilidad topológica de biomembranas, así como las bases físicas de algunas metodologías para su estudio.

### Contenidos mínimos:

Anfipaticidad molecular y estructural de biomoléculas. Estado físico de cadenas hidrocarbonadas. Autoorganización topológica. Films monomoleculares en interfases sólidas y líquidas. Organización estructural supramolecular de cadenas hidrocarbonadas. Interacciones cadena-cadena. Transiciones de fase sólido-sólido y sólido-líquido. Polimorfismo. Metaestabilidad estructural termodinámico-geométrica Tensiones mecanoelásticas. Dominios lipídicos y de lípido-proteína segregados. Procesos de fisión, hemifusión y fusión de membranas.

Electrostática de biosuperficies. Campos electrostáticos locales y externos. Dinámica estructural lateral y de los dominios de fase sometidos a campos electrostáticos. Interacción Lípido-Proteína en biointerfases y membranas lipídicas. Proteínas y segmentos transmembrana: adaptación de la membrana al segmento hidrofóbico transmembrana, influencia de la proteína sobre la estructura y dinámica del lípido. Catálisis enzimática en sistemas organizados. Proteínas anfitrópicas y enzimas asociadas a interfases. Reducción de dimensionalidad y direccionamiento vectorial. Monocapas de membranas naturales completas sobre soportes sólidos y líquidos. Microheterogeneidad lateral y transversal, segregación de dominios.

### Bibliografía:

- Cevc G. and Marsh., D. "Phospholipid Bilayers: physical principles and models". Wiley Interscience New York (1997).

- Israelachvili J.N. "Intermolecular and Surface Forces". Acad. Press. N.Y. (1994).

- Thomas Heimburg "Thermal Biophysics of Membranes." Wiley-VCH, Verlag, GMBH & Co. KGaA, Weimheim (2007).



UNC  
Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía y Física

- 
- Maggio, B., Carrer, D.C., Fanani, M.L., Oliveira, R.G. and Rosetti, C.M. "Interfacial behavior of glycosphingolipids and related sphingolipids". Current Opinions in Colloid and Interface Science (2004) 8:448-458.
  - Rosetti C.M., Maggio B., Oliveira R.G. "The self-organization of lipids and proteins of myelin at the membrane interface. Molecular factors underlying the microheterogeneity of domain segregation". (2008) Biochim Biophys Acta. 1778:1665-75.

*h*

*PC*

*4*