



Universidad
Nacional
de Córdoba



FAMAF
Facultad de Matemática,
Astronomía y Física

EXP-UNC 68326/2013

RESOLUCIÓN CD N° 306/2014

VISTO

La Res. CD N° 344/2013, que aprueba programas de materias que se dictaron durante el segundo cuatrimestre de 2013;

Lo dispuesto en la Ord. HCD N° 4/11, que establece el régimen de alumno; y

CONSIDERANDO

Que en el Artículo 47° de la mencionada Ordenanza se establece que los programas de las materias deben ser aprobados por el Consejo Directivo, y que en los mismos debe estar explícito con detalle los contenidos de la materia subdivididos en unidades temáticas, la fundamentación, objetivos, bibliografía, carga horaria, ubicación en el plan de estudios, metodología de trabajo y evaluación;

Que de acuerdo al Artículo 48° de la misma Ordenanza, el programa vigente de cada materia es el que se encuentra aprobado al día de comienzo de clases;

Que el Consejo de Grado ha revisado los programas de aquellas materias cuyos programas fueron modificados o se dictaron por primera vez;

Que por error involuntario no se aprobaron los programas de las Especialidades: Introducción a la teoría de fenómenos críticos, Estructura en gran escala del universo e Introducción a la física de los materiales;

Que las mencionadas especialidades fueron dictadas con esos programas durante el segundo cuatrimestre de 2013.

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

R E S U E L V E:

ARTÍCULO 1°: Aprobar los programas de las especialidades que se detallan a continuación, y que forman parte de la presente resolución:

1. Introducción a la teoría de fenómenos críticos.
2. Estructura en gran escala del universo.
3. Introducción a la física de los materiales.



Universidad
Nacional
de Córdoba



FAMAF
Facultad de Matemática,
Astronomía y Física

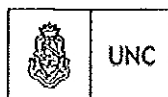
ARTÍCULO 2º: Comuníquese y archívese.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMÍA Y FÍSICA, A VEINTIDÓS DÍAS DEL MES DE SEPTIEMBRE DE DOS MIL CATORCE.

tm.

Dra. SILVIA PATRICIA SILVETTI
SECRETARIA GENERAL
FaMAF

Dra. Ing. MIRTA IRIONDO
DECANA
FaMAF



UNC
Universidad
Nacional
de Córdoba



FAMAF
Facultad de Matemática,
Astronomía y Física

ANEXO - RESOLUCIÓN CD N° 306/2014

Programas de Materias obligatorias, optativas y especialidades del 2do Cuatrimestre de 2013

PROGRAMA DE ASIGNATURA

ASIGNATURA: Introducción a la Teoría de Fenómenos Críticos	AÑO: 2013
CARÁCTER: Especialidad I y II	
CARRERA/s: Licenciatura en Física	
RÉGIMEN: cuatrimestral	CARGA HORARIA: 120 hs.
UBICACIÓN en la CARRERA: Cuarto año – Segundo cuatrimestre	

CONTENIDO

Unidad I: Termodinámica de sistemas cooperativos

Fenomenología de las transiciones de fase. Repaso de Nociones generales de Termodinámica. Termodinámica de las transiciones de fase, el modelo fenomenológico de Van der Waals para gases no ideales. Termodinámica de sistemas magnéticos. El modelo fenomenológico de Curie-Weiss. Definición de exponentes críticos, caracterización de transiciones de fase continuas por exponentes críticos. Desigualdades termodinámicas entre exponentes críticos. Descripción cualitativa de puntos multicríticos.

Unidad II: Modelos y Soluciones Exactas en $d = 1, 2$

Breve repaso de mecánica estadística. El rol de los modelos. Modelos continuos: generalidades. El gas de Tonk, deducción de Orstein de la ecuación de Van der Waals. Modelos definidos sobre redes: el modelo de Heisenberg de Ferromagnetismo, origen electrostático del Hamiltoniano de Heisenberg. El modelo de Heisenberg anisotrópico, casos particulares: X – Y e Ising. Modelos equivalentes al modelo de Ising: el gas de red y la aleación binaria. Otros modelos de interés: el modelo de Blume-Emery-Griffiths y de Blume-Capel, el modelo n-vectorial y su relación con otros modelos.

El modelo de Ising: magnetización espontanea y quiebre de simetría. Existencia del límite termodinámico. Diagramas de fase a temperatura nula, generalidades. Solución exacta del modelo de Ising para la cadena lineal (condiciones de contorno libres en $d=1$ a campo nulo). Función correlación de pares, longitud de correlación. La matriz de transferencia, solución exacta del modelo de Ising unidimensional con campo externo y condiciones periódicas de contorno, (continuación:) la magnetización y la función correlación de pares. No existencia de transición de fase en sistemas unidimensionales. Generalización de la matriz de transferencia a sistemas quasi-bidimensionales. Uso de simetrías en el cálculo de los autovalores de la matriz de transferencia, ejemplo: sistemas invariantes ante inversión de spines y rotación discreta. Breve análisis de la solución exacta del modelo de Ising bidimensional a campo nulo. Escaleo para sistemas finitos.



UNC

Universidad
Nacional
de Córdoba

FAMAF

Facultad de Matemática,
Astronomía y Física

Unidad III: Expansiones en Serie

Generalidades. Expansiones de alta temperatura, ejemplo: el modelo de Ising en la red cuadrada. Evaluación de T_c y exponentes críticos: el método de la razón. Expansiones para bajas temperaturas, transformación de dualidad, temperatura crítica exacta del modelo de Ising en la red cuadrada (autodual). Relación triángulo-estrella, la temperatura crítica exacta del modelo de Ising en las redes triangular y hexagonal. Relación de la expansión de altas temperaturas de la función partición del modelo ($n \rightarrow 0$) - vectorial con la función gran-partición de

Unidad IV: Teorías Clásicas de Fenómenos Críticos

Comentarios generales sobre soluciones tipo campo medio. Fundamentación microscópica de la ecuación de Curie-Weiss. La aproximación de Bethe-Peierls. El principio variacional de Gibbs, métodos variacionales: la desigualdad de Bogoliubov; aplicaciones: el modelo de Ising. Aproximación variacional para el modelo de Blume-Capel, diagrama de fases, el punto tricrítico. El modelo de Curie-Weiss. El árbol de Cayley, la red de Bethe. Solución del modelo de Ising ferromagnético como estudio de estabilidad de una relación de recurrencia; obtención de la ecuación de Curie-Weiss como límite de coordinación infinita; exponentes críticos. Teoría fenomenológica de Landau para puntos críticos, generalidades, modelos de Van der Waals y Curie-Weiss como expansiones en potencias del parámetro de orden. Exponentes críticos. Teoría fenomenológica de Landau para puntos tricríticos, exponentes tricríticos clásicos. El criterio de Ginzburg para validez de teorías tipo campo medio, exponentes ν , ν' y η clásicos.

Unidad V: Hipótesis de Escala y el Grupo de Renormalización

Funciones homogéneas generalizadas. La energía libre de Landau como función homogénea generalizada, exponentes críticos clásicos a partir de la forma de escala. La hipótesis de escala para la energía libre, obtención de las leyes de escala. La hipótesis de escala para la magnetización; hipótesis de escala para las correlaciones: exponentes ν y η . La construcción de Kadanoff. El grupo de renormalización, generalidades, puntos fijos y superficies críticas. Estudio de estabilidad de puntos fijos, cálculo de exponentes críticos. Casos particulares: regla de la mayoría y decimación. Aplicaciones al modelo de Ising: decimación en la cadena lineal. Decimación en la red cuadrada. Método de Niemeyer y Van Leeuwen (regla de la mayoría + expansión en cumulantes): el modelo de Ising en la red triangular. Discusión cualitativa de modelos que presentan más de un punto crítico o puntos multicríticos.

HOME PAGE

<http://www.famaf.unc.edu.ar/serra/ifc13.html>

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA BASICA

- E. Stanley, *Introduction to Phase Transition and Critical Phenomena*, Oxford University Press (1971).
- K. Huang, *Statistical Mechanics*, 2ND ed., John Wiley & Sons (1987).
- N. Goldenfeld, *Lectures on Phase Transitions and the Renormalization Group*, Addison-Wesley (1992).

MS



Universidad
Nacional
de Córdoba



FAMAF
Facultad de Matemática,
Astronomía y Física

- S. Salinas, *Introduction to Statistical Physics*, Springer-Verlag (2001).
- C.J. Thompson, *Classical Equilibrium Statistical Mechanics*, Clarendon Press (1988).

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

- R. Baxter, *Exactly Solved Models in Statistical Mechanics*, Academic Press, London, (1982).
- J.J. Binney, N.J. Dowrick, A. J. Fisher y M.E.J. Newman, *The Theory of Critical Phenomena*, Oxford Science Publications (1993).

CORRELATIVIDADES

Termodinámica y mecánica Estadística II.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

- Cinco (5) evaluaciones parciales. Las mismas serán sobre contenidos teórico-prácticos.
- El examen final constará de una evaluación escrita sobre contenidos prácticos, y una exposición oral sobre los contenidos completos de la materia.
- La materia considera régimen de promoción del examen final escrito.

CONDICIONES PARA OBTENER LA REGULARIDAD

1. ASISTENCIA

- Cumplimiento del 80% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas como prácticas.

2. EXAMENES PARCIALES

- Aprobación de 3 exámenes parciales, con calificación mayor o igual a 4.

CONDICIONES PARA OBTENER LA PROMOCIÓN

1. ASISTENCIA

- Cumplimiento del 80% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas como prácticas.

2. EXAMENES PARCIALES

- Aprobación de 5 exámenes parciales, con calificación mayor o igual a 7.

PROGRAMA DE ASIGNATURA

ASIGNATURA: Estructura en Gran Escala del Universo		AÑO: 2013
CARÁCTER: Especialidad		
CARRERA: Licenciatura en Astronomía		
RÉGIMEN: cuatrimestral		CARGA HORARIA: 60 hs.
UBICACIÓN en la CARRERA: Quinto año – Segundo cuatrimestre		

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Fundamentación:

El curso apunta a aportar conocimientos sobre la distribución de las galaxias en gran escala, sus propiedades y caracterización a través de funciones de correlación. Asimismo se pretende lograr que el estudiante consolide conocimientos sobre la dinámica de sistemas y la evolución de la estructura en el universo.

Objetivos del curso:

- Utilización de diversas técnicas estadísticas, tales como función de correlación bipuntual y de tres puntos, correlaciones de sistemas jerárquicos.
- Análisis de la dinámica a través del campo de velocidades peculiares.
- Deducción y uso de la relación entre el campo de velocidades peculiares y la distribución de irregularidades en gran escala.
- Estudio de la aproximación Newtoniana para la evolución de perturbaciones.
- Análisis de los efectos de un campo radioactivo homogéneo.
- Determinación del parámetro de densidad.
- Deducción y utilización de los modelos esferoidal y jerárquico.

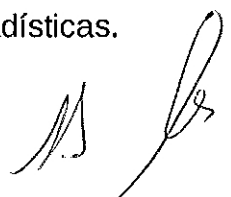
CONTENIDO

Cosmología observacional:

- Modelo de Friedman
- Observaciones en cosmología.
- Luminosidades, recuento de fuentes, evolución en el Universo
- El fondo de radiación cósmica

Distribución en gran escala de las galaxias y sistemas.

- Análisis estadísticos de la distribución en gran escala.
- Funciones de Correlación de N-puntos.
- Relación de escala. Espectro de potencias.
- Derivación de propiedades tridimensionales a partir de las estadísticas.



Evolución de la estructura en el Universo.

- Aproximación local Newtoniana. Ecuaciones de movimiento en coordenadas móviles.
- Crecimiento de perturbaciones, diferentes casos e implicancias.

Confrontación entre modelos y observaciones.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- The Large Scale Structure of the Universe. P.J.E. Peebles, Cambridge University Press. (1980)
- General Relativity. Robert M Wald, The University of Chicago Press. (1984)
- Structure Formation in the Universe. S. Padmanabhan, Cambridge University Press. (1993)

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Artículos recientes sobre cosmología observacional y estructura en gran escala del Universo.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Clases teóricas y realización de trabajos prácticos.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Exámen final oral.

CONDICIONES PARA OBTENER LA REGULARIDAD

Cobertura del 80% de la totalidad de las clases teóricas.

CORRELATIVIDADES

(a completar solo en las materias que son Especialidades u Optativas)

Para cursar:

- *Rendido Mecánica y regularizada Complementos de Física Moderna.*

Para rendir:

- *Rendida Complementos de Física Moderna.*





PROGRAMA DE ASIGNATURA

ASIGNATURA: Introducción a la Física de los Materiales	AÑO: 2013
CARÁCTER: Especialidad I y III	
CARRERA/s: Licenciatura en Física	
RÉGIMEN: cuatrimestral	CARGA HORARIA: 60 hs.
UBICACIÓN en la CARRERA: 4º y 5º año, 2do. Cuatr.(Plan 1971) – 4º año, 1er. Cuatr.(Plan 2010)	

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Las propiedades de los materiales son en mayor o menor medida sensibles a la microestructura y esta a su vez depende de la historia termo-mecánica del mismo. Esta asignatura aporta elementos fundamentales para una descripción de la microestructura de los sólidos, de las fases de equilibrio bajo diferentes condiciones y de las diferentes transformaciones sólido-sólido, en particular sus mecanismos atómicos y sus cinéticas. **Objetivos:** construir el concepto de microestructura de un material y lograr una descripción de los procesos de cambio de fase en estado sólido, desde un punto de vista tanto termodinámico como cinético y mecanístico.

CONTENIDO

Capítulo 1. Sólidos cristalinos

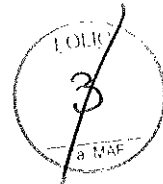
Red cristalina. Enlaces. El potencial de pares. Enlace iónico. Enlace covalente. Enlace metálico. Sólidos amorfos y cristalinos. Cristales iónicos, cristales covalentes y cristales metálicos. Propiedades de los sólidos dependientes del tipo de potencial de interacción: temperatura de fusión, módulo elástico y coeficiente de dilatación térmica.

Redes espaciales. Celda unitaria. Celda Primitiva. Redes de Bravais. Principales estructuras cristalinas metálicas. Cristales cúbicos: simples (SC), centrados en las caras (FCC), centrados en el cuerpo (BCC). Estructura Hexagonal (HCP). Otras estructuras cristalinas. Índices de Miller. Índices de planos y direcciones cristalográficas en sistemas cúbicos y hexagonales. Número de coordinación. La red recíproca.

Rayos X. Difracción de rayos X. Difracción por un cristal. Ley de Bragg. Amplitud de la onda difractada. Condiciones de difracción. Zonas de Brillouin. Factor de estructura. Difracción de electrones. Difracción de neutrones.

Capítulo 2. Defectos cristalinos

Defectos puntuales simples: vacancias, intersticiales e impurezas. Defectos de Frenkel y Shottky. Impurezas sustitucionales e intersticiales. Energía libre de formación de defectos puntuales. Concentración de equilibrio de defectos puntuales. Defectos lineales en cristales. Dislocaciones. Defectos planos y volumétricos en cristales. Bordos de grano. Policristales. Monocristales.



Capítulo 3: Soluciones sólidas

Termodinámica de soluciones. Ley de Raoult y ley de Henry. Actividad como función de la composición y temperatura. Propiedades coligativas. Relación de Gibbs–Duhem. Determinación de las cantidades parciales molares. Regla de la tangente. Soluciones ideales y reales. Soluciones regulares.

Funciones termodinámicas de soluciones. Funciones de mezcla y de exceso. Propiedades de soluciones raoultianas y de soluciones regulares. Soluciones diluidas. Actividad raoultiana y henriana.

Capítulo 4. Difusión

Aproximación fenomenológica

Difusión sustitucional. Fuerza impulsora para la difusión

Movilidad y coeficiente de difusión. Dependencia con la temperatura. Difusión en la interface.

Aproximación atomística Mecanismos de difusión. Ecuación de Arrhenius. Difusión intersticial. Carburización.

Capítulo 5. Interfaces

Clasificación, geometría y energía de interfaces Interfaces de bajo ángulo. Interfaces coherentes. Interfaces tipo "twin". Energía de interfaces.

Tensión superficial y energía libre de interfaces

Formas de equilibrio de superficies.

Presencia de segundas fases

Las formas de los granos en 2 y 3 dimensiones.

Segregación en el borde de grano. Movimiento de bordes de grano.

Fuerza impulsora. Movilidad. Crecimiento de grano normal.

Capítulo 6. Diagrama de equilibrio

Binarios y Ternarios

Capítulo 7. Solidificación

Solidificación de metales puros. Cinética de los procesos atómicos en la interface sólido-líquido. Distribución de temperatura en la interface sólido-líquido. Morfología de la interface. Crecimiento de la interface controlado por flujo de calor. Solidificación de aleaciones Solidificación en equilibrio. Solidificación en no-equilibrio. Fusión zonal. Mezcla en el líquido. Morfología de la interface. Solidificación de aleaciones eutécticas. Microestructura. Cinética del crecimiento laminar. Estabilidad de interfaces eutécticas. Cristalografía Colada de metales. Solidificación dendrítica. Longitud de dendritas. Estructura. Segregación en aleaciones metálicas coladas. Porosidad. Estabilidad de interfaces. Procesos de solidificación rápida.

Capítulo 8. Transformaciones de fase en estado sólido

Precipitación en estado sólido. Nucleación en estado sólido. Nucleación homogénea Nucleación heterogénea Descomposición espinodal. Crecimiento de precipitados por difusión. Transformación eutectoide. Precipitación discontinua. Transformación martensítica. Algunas características de la transformación martensítica.. Movimiento cooperativo. Velocidad de la interface. Carácter no difusivo. Morfología Estructura e la interface. Cinética de formación. Reversibilidad. Estabilización. Efectos de la deformación plástica y tensiones aplicadas



Capítulo 9. Caracterización de microestructuras

Microscopio óptico metalográfico. Difracción de Rayos X. Fórmula de Scherrer. Microscopio electrónico de barrido (MEB). Microsonda de electrones. Análisis de la composición. Microscopio electrónico de transmisión (MET). Microscopio de fuerza atómica (AFM). Microscopio de fuerza magnética (MFM). Microscopio de efecto túnel. Interpretación de los contrastes para las diferentes técnicas.

Cap.6. Microscopía electrónica de transmisión. Hardware, principales características y operación de un microscopio electrónico de transmisión. Formación de patrones de difracción e imágenes. Patrón de eje de zona, condición de dos haces, ejemplos e indexación de patrones de difracción. Campo claro y campo oscuro. Contraste de difracción. Bandas de espesor y de doblado. Análisis de defectos cristalinos empleando contraste de difracción: precipitados, fallas de apilamiento, dislocaciones. Ejemplos. Análisis de microestructuras complejas. Microscopía electrónica de alta resolución (HRTEM), contraste de fase.

Trabajos Prácticos de Laboratorio

1. Difracción de Rayos X
2. Metalografía
3. Microscopía Confocal y SEM.
4. Solidificación

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica:

- Cottrell, Theoretical Structural Metallurgy
- Ashby M. and Jones D. R. H., Engineering Materials vol. 1. Butterworth Heinemann Oxford
- Ashby M. and Jones D. R. H., 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, Physical Metallurgy Principles, D. Van Nostrand Company, Swalin R. A. Thermodynamics of solids. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Verhoeven J. Fundamentals in physical metallurgy. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Weertman, J and Weertman Y., Elementary Dislocations Theory. Oxford University Press. London.

Bibliografía complementaria

Publicaciones seleccionadas por el profesor

METODOLOGÍA DE TRABAJO

La modalidad de dictado de la materia contempla la realización de clases teóricas, clases de resolución de problemas y clases de laboratorio.



EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

La evaluación se realizará en las siguientes instancias: -dos exámenes parciales, -presentación de los informes de laboratorio y -un examen final escrito e individual.

CONDICIONES PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y PROMOCIÓN

Condiciones para obtener la regularidad

Para obtener la regularidad el alumno deberá: -cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, y de laboratorio, -aprobar las dos evaluaciones parciales,

Condiciones para obtener la promoción

El alumno deberá:: -cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases, -aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete), - aprobar todos los Trabajos de Laboratorio, obteniendo un promedio no menor a 7 (siete), - aprobar un examen final escrito e individual.

Correlatividades

Para cursar: Regularidad en Termodinámica y Mecánica Estadística I

Para rendir: Aprobada Termodinámica y Mecánica Estadística I