



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
Av. Bolivia 5150 4400 Salta
Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449
Republica Argentina

SALTA, 15 de noviembre de 2018

EXP-EXA: 8550/2017

RESCD-EXA: 615/2018

VISTO la Nota-exa N° 1655/17 presentada por el Dr. Marcelo Raúl FIORI, por la cual solicita autorización para el dictado del Curso de Posgrado "*Física del estado sólido y sus aplicaciones*".

CONSIDERANDO:

Que tanto el Comité Académico de Doctorado en Ciencias del Área Química Aplicada como del Área de Energías Renovables consideran pertinente el curso para sus doctorandos.

Que se cuenta con despachos favorables de la Comisión de Posgrado (fs. 17) y de la Comisión de Docencia e Investigación (fs. 19).

Que el curso en cuestión se encuadra en la Res. CS-640/08 (Reglamento para Cursos de Posgrado de la Universidad), en la RESCD-EXA N° 481/12 (Normativa para el dictado de Cursos de Posgrado de la Facultad) y en la RESCD-EXA N° 017/16.

Por ello, y en uso de las atribuciones que le son propias.

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
(en sesión ordinaria del día 07/11/2018)

RESUELVE

ARTICULO 1º: Autorizar el dictado del Curso de Posgrado "*Física del estado sólido y sus aplicaciones*", bajo la dirección del Dr. Marcelo Raúl FIORI, con las características y requisitos que se explicita en el Anexo de la presente resolución.

ARTICULO 2º: Disponer que una vez finalizado el curso, el director responsable elevará el listado de los participantes promovidos para la confección de los certificados respectivos, los que serán emitidos por esta Unidad Académica de acuerdo a lo establecido en la reglamentación vigente.

ARTICULO 3º: Dejar aclarado que los alumnos avanzados de carreras de grado que cumplan el requerimiento de asistencia, recibirán la constancia correspondiente, en función de lo establecido en el artículo 12 del Anexo I de la Res. C.S. 640/18 (resolución de Curso de Posgrado de la Universidad).

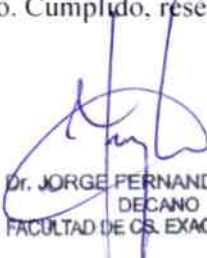
ARTICULO 4º: Dejar debidamente aclarado que la presente resolución no constituye un documento que acredite la concreción del curso; para ello el director responsable del mismo deberá elevar el informe final de realización correspondiente, con los detalles que el caso amerite, dentro de los 8 (ocho) meses desde la finalización del dictado. En caso de que el curso no se pudiera dictar, el docente responsable deberá informar tal situación, dentro de los 30 (treinta) días de la fecha prevista para su inicio.

ARTICULO 5º: Hágase saber al Dr. Marcelo Raúl FIORI, al Departamento de Física, a la Comisión de Posgrado, y a la Dirección Administrativa de Posgrado. Cumplido, resérvese.

mxs
rer


Mag. GUSTAVO DANIEL GIL
SECRETARIO DE EXTENSION Y BIENESTAR
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa.




Dr. JORGE FERNANDO YAZLLE
DECANO
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa.



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
Av. Bolivia 5150 - 4400 - Salta
Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449
República Argentina

ANEXO de la RESCD-EXA: 615/2018 - EXP-EXA: 8550/2017

Curso de Posgrado: "Física del estado sólido y sus aplicaciones"

Director del curso: Dr. Marcelo Raúl FIORI (U.N.Sa.)

Motivación

El conocimiento y control de ciertas sustancias en estados sólido ha sido uno de los objetivos de los hombres desde tiempos antiguos. Así, el trabajo de metales y el uso de herramientas y utensillos elaborados con estos ha distinguido entre edades de la humanidad y marcado la prominencia de civilizaciones o grupos de personas sobre otras de acuerdo al dominio que tuviesen de distintos metales. Con el paso del tiempo se descubrieron y manejaron propiedades de metales y sus aleaciones y combinaciones con otros elementos (bronce, acero).

A partir de la observación de sólidos cristalinos comienzan los primeros trabajos científicos sobre sólidos. En el siglo 16 Kepler analizando un copo de nieve da la primera descripción matemática de un cristal. Posteriormente a partir de la observación de relaciones entre las caras y ángulos de cristales se establecieron los grupos cristalográficos (trabajos de Hessel, Hauy, Bravais, Fedorov, Schoenflies) lo que de alguna forma mostraba que los cristales estaban compuestos a partir de ciertas células elementales. Esto fue demostrado experimentalmente en la segunda década del siglo 20 con los trabajos de Von Laue y los Bragg (Padre e hijo).

A partir de la Mecánica Cuántica se desarrolla una teoría microscópica de sólidos (o en general física de la materia condensada) la que junto al avance experimental dan lugar a una de las más activas y versátiles ramas de la física moderna, cuyas aplicaciones prácticas han cambiado el mundo. Como ejemplo a partir de la comprensión de la física de semiconductores se ha desarrollado la actual industria electrónica que nos permite tener computadores, celulares y muchísimos artefactos de uso cotidiano. En el ámbito particular de la Facultad que cuentan con carreras de posgrado como la Maestría en Matemática Aplicada, los doctorados con orientación en Energías Renovables y Química un curso en sólidos puede ser de mucha utilidad. En Energías Renovables porque ayuda a la comprensión del funcionamiento de paneles fotovoltaicos solares (entre otras cosas) que son artefactos tecnológicos de gran uso en esta región del país. Con respecto a Química aspectos de la Física de Sólidos pueden ser vistos como parte de la Fisicoquímica constituyéndose en una parte muy importante de la Química tanto teórica como experimental. Por último en lo que respecta a Matemáticas los sólidos constituyen un campo muy interesante de aplicaciones de las matemáticas por ejemplo en Teoría de Grupos, resolución de ecuaciones diferenciales, etc.

Dirigido a: Estudiantes de los doctorados en Energías Renovables, Química y la Maestría en Matemática Aplicada de la Facultad como así también a alumnos de doctorados en Ciencias Exactas de otras universidades pero que tienen por lugar de trabajo esta facultad. Se aceptarán alumnos avanzados de las carreras de Física y Química de la Facultad.

Fines y objetivos

Los objetivos del curso son los siguientes:

a) Integrar conceptos y nociones sobre sistemas y teorías físicas aprendidos en las carreras de grado de los alumnos y utilizarlos como parte del desarrollo de la física de los sólidos.

///...



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
Av. Bolivia 5150 - 4400 - Salta
Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449
República Argentina

...///-2-

ANEXO de la RESCD-EXA: 615/2018 - EXP-EXA: 8550/2017

- b) Conocer las propiedades de los sólidos cristalinos a través de sus constituyentes, los átomos que forman la red y los electrones y las interacciones básicas entre estos componentes.
- c) Vincular los conocimientos aprendidos en la materia con los desarrollos tecnológicos actuales que impliquen sólidos. Comprender el funcionamiento de los componentes básicos de la electrónica actual (diodos, transistores, celdas, etc).
- d) Tener una base mínima necesaria que permita acceder a estudios más avanzados de la física de sólidos y que permita comprender las actuales líneas de investigación en el campo enfatizando las aplicaciones prácticas.
- e) Introducir al alumno en el manejo y comprensión de la bibliografía usada en la física de sólidos.

Metodología: Se dictarán clases teóricas y prácticas presenciales con fuerte interacción entre docente y alumnos. La mitad de las horas del curso se destinarán a clases prácticas en donde se resolverán problemas tomados de libros de texto para ir avanzando hacia la discusión de artículos científicos clásicos de la Física de Sólidos.

Condiciones y conocimientos previos requeridos: Ser graduado de las carreras de Licenciatura en Física o Licenciatura en Química o acreditar los conocimientos correspondientes a los cursos de Mecánica Cuántica de la Licenciatura en Física o Físicoquímica II de la Licenciatura en Química. Se hará una revisión de los conceptos fundamentales de la física moderna para alumnos que provengan de carreras que no tengan en su currícula cursos relativos a Mecánica Cuántica.

Cupo: No se establece cupo.

Cantidad de horas y Distribución horaria: 60 horas reloj. (4 horas semanales de teoría y práctica durante 15 semanas del curso).

Sistema de evaluación: Para aprobar el curso los asistentes deberán presentar una serie de problemas resueltos que cubren el programa de la materia y presentar un seminario que tratara sobre algún tema de interés para el alumno según la carrera a la que pertenezca.

Certificados: Certificado de aprobación para el inscripto que cumpla con 80% de asistencia a las clases programadas y haya aprobado las guías de problemas y el seminario.

Lugar y fecha de realización: Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta. Avenida Bolivia N° 5150, (A4408FVY), Salta Capital, Argentina. Primer cuatrimestre de 2019.

Arancel: Sin arancel

///...



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
Av. Bolivia 5150 - 4400 - Salta
Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449
Republica Argentina

...///-3-

ANEXO de la RESCD-EXA: 615/2018 - EXP-EXA: 8550/2017

Inscripciones: Mesa de Entrada de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta, en horario de atención al público (Lunes a Viernes de 10:00 a 13:00 y de 15:00 a 17:00 hs.)

Programa Analítico

1. Modelo de electrones libres.

Teoría clásica de electrones libres, modelo de Drude: Electrones en campos eléctricos y magnéticos. Efecto Hall. Función dieléctrica. Resonancia de plasma. Transporte térmico. Efectos termoeléctricos.

Teoría cuántica de electrones libres, modelo de Sommerfeld: Distribución de Fermi-Dirac. Condiciones de borde. Densidad de estados. Propiedades térmicas del gas de electrones libres. Conductividad eléctrica. Apantallamiento electrostático en el gas de Fermi, transición de Mott. Fallas del modelo de electrones libres.

2. Estructura de la materia. Ligaduras en sólidos

Tabla periódica. Ligaduras covalentes, iónicas y metálicas. Ligaduras de hidrógeno. Ligadura de Van der Waals.

3. Redes cristalinas

Redes de Bravais y vectores primitivos. Base y estructura cristalina. Celdas primitivas. Celdas de Wigner-Seitz. Celdas unidad. Redes cúbicas: Simples, centradas en el cuerpo y centradas en las caras. Redes exagonales, exagonales empaquetadas. Red del diamante. Ejemplos. Clasificación de redes de Bravais y estructuras cristalinas. Operaciones de simetría. Grupos puntuales y espaciales.

4. Difracción desde estructuras periódicas

Red recíproca, definiciones y ejemplos. Primera zona de Brillouin. Planos cristalinos e índices de Miller. Condiciones de dispersión para estructuras cristalinas. Formulación de Bragg y Laue. Condición de Laue y construcción de Ewald. Técnicas experimentales: método de Laue, método del cristal rotante, método del polvo. Factores de estructura geométricos. Factores de forma atómicos.

5. Dinámica de redes.

Teoría clásica: Aproximación armónica. Aproximación adiabática. Modos normales de vibración en una red de Bravais monoatómica. Modos normales en una red con base. Ejemplos en una y tres dimensiones. Calor específico de un cristal clásico. Ley de Dulong y Petit. Teoría cuántica de cristales: modos normales y fonones. Calores específicos, límites de temperaturas altas y bajas. Modelos de Einstein y Debye. Densidad de modos normales. Medidas del espectro de fonones.

///...



ANEXO de la RESCD-EXA: 615/2018 - EXP-EXA: 8550/2017

6. Niveles electrónicos en un potencial periódico

Potenciales periódicos y teorema de Bloch. Condiciones de borde de Born-Von Karman. Momento cristalino, índices de bandas, velocidad. Superficies de Fermi. Densidad de niveles y singularidades de Van Hove. Electrones en un potencial periódico débil. Niveles de energía cercanos a un plano de Bragg. Superficies de Fermi y zonas de Brillouin. Método de ligaduras fuertes. Combinación lineal de orbitales atómicos. Características de los niveles de energía. Funciones de Wannier.

7- interacción entre electrones

Ecuaciones de Hartree y Hartree Fock. Correlación. Función Dieléctrica. Teorema de Fluctuación Disipación. Apantallamiento. Teoría de Thomas Fermi y de Lindhard. Apantallamiento en Hartree Fock. Teoría de líquidos de Fermi. Teoría del Funcional Densidad. Ecuaciones de Kohn y Sham.

8. Magnetismo

Diamagnetismo y paramagnetismo. Interacción de intercambio entre electrones libres. Modelo de bandas de ferromagnetos. Comportamiento con la temperatura. Acoplamiento ferromagnético para electrones localizados. Antiferromagnetismo. Ondas de spin.

9. Semiconductores


Propiedades generales. Ejemplos de estructuras de bandas en semiconductores. Número de portadores en equilibrio térmico, casos de semiconductores intrínsecos y extrínsecos. Niveles de impurezas. Población de los niveles de impurezas en equilibrio térmico. Semiconductores inhomogéneos, juntas p-n. Dispositivos semiconductores de importancia practica.

BIBLIOGRAFIA

- *Solid State Physics*. N. Ashcroft y N. Mermin (Brooks Cole 1976)
- *Solid State Physics*. H. Ibach y H. Luth (Springer 2009)
- *The Oxford Solid State Basics*. S. Simon (Oxford University Press 2013)
- *Condensed Matter Physics*. M. Marder (Wiley 2010)
- *Introduction to Solid State Physics*. C. Kittel (Wiley 1996)
- *Advanced Condensed Matter Physics*. L. Sander (Cambridge University Press 2009)
- *Introduction to Applied Solid Physics*. R. Dalven (Plenum Press 1990)
- *Solid State Physics*. Giuseppe Grosso y Guiseppa Pastori Parravicini (Elsevier 2014)


 Mag. GUSTAVO DANIEL GIL
 SECRETARIO DE EXTENSIÓN Y BIENESTAR
 FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa.




 Dr. JORGE FERNANDO YAZLLE
 DECANO
 FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa.