



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales  
 Departamento: Física  
 Area: Area Unica - Física

(Programa del año 2021)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
FISICA DEL ESTADO SOLIDO	LIC.EN FISICA	015/06	2021	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
BULNES, FERNANDO MANUEL	Prof. Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
2 Hs	3 Hs	3 Hs	0 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoria con prácticas de aula	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
05/04/2021	08/07/2021	14	112

### IV - Fundamentación

La materia esta organizada y orientada a familiarizar al alumno con los conceptos fundamentales de la física del estado sólido, desde el concepto de estructura cristalina hasta la teoría de bandas. El curso brinda conocimientos básicos de física del estado sólido, que hacen a la formación básica general de un licenciado en física. Se dicta durante el quinto año de la carrera Licenciatura en Física

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

El objetivo fundamental de esta materia es brindar los conocimientos básicos de la física del estado sólido, sobre la base de textos específicos que cuentan con reconocimiento internacional. Al finalizar la materia el alumno habrá adquirido los conocimientos necesarios desde la descripción de la estructura cristalina, vibraciones de la red, fonones, conductividad térmica y eléctricas, capacidad calorífica de los sólidos, modelos clásicos de Einstein, Debye, conductores y aisladores y los aportes de la teoría de bandas de los sólidos.

### VI - Contenidos

#### BOLILLA 1: ESTRUCTURAS CRISTALINAS

Arreglos periódicos de átomos. Base y estructura cristalina. Celdas primitivas. Tipos fundamentales de redes. Sistema de índices para planos cristalinos. Estructuras cristalinas simples. Estructuras cristalinas no ideales.

#### BOLILLA 2: DIFRACCIÓN CRISTALINA Y RED RECIPROCA

Difracción de rayos X, neutrones y electrones (revisión conceptual breve). Difracción de ondas por cristales. Condición – ley

- de Bragg. Amplitud de la onda dispersada. Red reciproca del cristal. Condiciones de difracción. Equivalencia entre los enunciados de Bragg y Von Laue. Zonas de Brillouin. Análisis de Fourier de la base. Factor de estructura. Factor de forma atómico. Cuasicristales.

### **BOLILLA 3 : ENLACES CRISTALINOS**

Cristales de gases inertes. Interacción de Van der Waals-London, potencial de Lennard-Jones. Cristales iónicos; energía de Madelung. Cristales covalentes. Cristales metálicos. Cristales de enlaces puente hidrógeno. Energías de cohesión. Radios atómicos.

### **BOLILLA 4 : VIBRACIONES DE LA RED**

Vibraciones de redes monoatómicas. La primera zona de Brillouin. Velocidad de grupo. Límite de largas longitudes de onda. Redes con dos átomos por celda primitiva. Modos de vibración de la red; ramas ópticas y ramas acústicas. Cuantización de las ondas elásticas en la red. Fonon. Momentum del fonón. Dispersión inelástica por fonones. Analogía fonón - fotón. Segundo sonido.

### **BOLILLA 5 : FONONES - PROPIEDADES TÉRMICAS DEL CRISTAL**

Capacidad calorífica. Densidad de estados. Modelos para la densidad de estados. Modelo de Debye; Ley T<sup>3</sup> de Debye. Modelo de Einstein. Densidad de estados en una y tres dimensiones. Modelo de Debye. Interacciones cristalinas anarmónicas. Conductividad térmica. Resistividad térmica del gas de fonones. Procesos de “tres fonones”; procesos normales y procesos umklapp.

### **BOLILLA 6 : GAS DE ELECTRONES LIBRES**

Modelos de Drude y Lorentz. Niveles de energía y densidad de orbitales en una dimensión. El efecto de la temperatura sobre la distribución de Fermi-Dirac. El gas de electrones libres en tres dimensiones. Capacidad calorífica del gas de electrones. Conductividad y Ley de Ohm. Dispersion umklapp. Conductividad térmica de metales.

### **BOLILLA 7 : BANDAS DE ENERGÍA**

Modelo de electrón casi libre. Origen y magnitud del gap energético. Teorema y funciones de Bloch. Modelo de Kronig-Penney. Ecuación de onda para el electrón en un potencial periódico. La ecuación central; su solución. Aproximación red vacía. Solución aproximada cerca del borde de zona de Brillouin. Número de orbitales en una banda. Calculo de bandas de energía; el método Tight Binding (ligaduras fuertes) para bandas de energía.

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

Durante el desarrollo del curso se realizarán trabajos prácticos de aula. Los trabajos prácticos de aula comprenden siete guías de problemas a resolver, una por cada bolilla.

## **VIII - Regimen de Aprobación**

El curso se regularizará con la asistencia al 70% de los Prácticos de aula y la aprobación del 70% de las evaluaciones propuestas. Estas evaluaciones tendrán una primera instancia y dos recuperaciones, de acuerdo con la normativa vigente. Cumplido esto, el alumno obtendrá la condición de regular y estará en condiciones de rendir el examen correspondiente.-

## **IX - Bibliografía Básica**

- [1] C. Kittel, “Introduction to Solid State Physics”, John Wiley, N.York. 7th ed.,1996
- [2] N.W. Ashcroft & N.D.Mermin, “Solid State Physics”. Holt, Rinehart, Winston, 1976.
- [3] J. C. Blakemore, “Solid State Physics (2nd ed.) W.B.Saunders Co., Londres, 1974
- [4] M.Ibach & H.Luth, "Solid State Physics An introduction to Theory and Experiment",Springer-Verlag,Berlin,1991

## **X - Bibliografía Complementaria**

- [1] J.M.Ziman, “Principles of theory of solid”, 2nd ed. Cambridge, 1972
- [2] C.Kittel, “Quantum theory of solids”, Wiley, 1963.
- [3] R.Zallen, “The Physics of Amorphous Solids”. J.Wiley & Sons, N.York, 1983.

- [4] H.J.Goldsmid ed., "Problems in solid state physics". Acad. Press, 1968.  
[5] G.Burn, "Solid States Physics". Acad. Press, N.York, 1985.  
[6] R.Kubo & T.Nagamiya (Eds.), "Solid States Physics". McGraw Hill, 1969.

## **XI - Resumen de Objetivos**

Se propone brindar un curso a nivel introductorio de la física del estado sólido o materia condensada, siguiendo un esquema de contenidos de aceptación internacional, para alcanzar una formación inicial apropiada y confiable que permita el acceso a otros niveles de estudio en la materia.

## **XII - Resumen del Programa**

ESTRUCTURAS CRISTALINAS.  
DIFRACCION.  
RED CRISTALINA Y RED RECIPROCA.  
ENLACES CRISTALINOS.  
VIBRACIONES DE LA RED. FONONES.  
PROPIEDADES TERMICAS DE LOS SOLIDOS.  
GAS DE ELECTRONES LIBRES.  
CONDUCTIVIDAD TERMICA Y ELECTRICA.  
BANDAS DE ENERGIA

## **XIII - Imprevistos**

Dado que la OMS ha declarado el nivel de pandemia para el Covid-19, desde el inicio del primer cuatrimestre 2020, y que el Poder Ejecutivo Nacional ha establecido durante el año 2020 y hasta la actualidad, disposiciones de carácter preventivo basada en el distanciamiento social obligatorio de los ciudadanos, y las correspondientes disposiciones provinciales y de la Universidad Nacional de San Luis, la modalidad de cursado de esta asignatura será en principio presencial. No obstante, en la medida que las mencionadas disposiciones lo permitan, se incorporaran actividades presenciales.

La modalidad ha sido establecida con las siguientes características:

- Teorías: Google meet; Aula Virtual FCFMyN, classroom
- Prácticas de Aulas: Google meet; Aula Virtual FCFMyN, consultas, documentos por email.
- Evaluaciones sobre prácticos. idem anteriores
- La modalidad se ira adecuando según las condiciones de aislamiento social que dispongan el PEN y la UNSL.

## **XIV - Otros**