

Programa de Materia Condensada 1

1. Descripción del Curso

Nombre: Materia Condensada 1	Código: F801
Prerrequisitos: F701 – F703	Créditos: 5
Profesor: Dr. Giovanni Ramírez García	Semestre: Segundo, 2021

La física de materia condensada surge en los años 60 del siglo XX para unificar dos grandes campos: la física del estado sólido y la física de la materia blanda (líquidos, polímeros, coloides, etc.). Por lo tanto, hoy en día abarca muchas áreas clave del desarrollo de la física del siglo XXI tales como: nanotecnología, información y comunicación, magnetismo, energía, transporte, auto-organización y emergencia, *big data*, etc.

En este curso haremos una introducción a la física de materia condensada donde pondremos en práctica algunos conceptos aprendidos en los cursos de Termodinámica (F601), Mecánica Estadística (F701) y Mecánica Cuántica (F703). Esto nos permitirá aprender algunos modelos para la descripción de diversos fenómenos, enfocándonos en los modelos de redes cristalinas. Estos modelos de red nos servirán también para el estudio de sus excitaciones (fonones) y su influencia en las propiedades físicas de conducción (térmica y eléctrica) de la materia.

Los conceptos y las técnicas (análisis numérico, simulaciones computacionales, etc.) desarrollados en este curso sentarán bases para cursos posteriores como: Materia Condensada 2, Sistemas dinámicos, Física computacional, Biofísica, Óptica, etc.

2. Competencias

2.1. Competencias generales

- 2.1.1 Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias.
- 2.1.2 Demostrar una comprensión profunda de los conceptos y principios fundamentales, tanto de la física clásica como de la física moderna.
- 2.1.3 Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, principios y teorías físicas.

2.2. Competencias específicas

- a) Conocer los aportes conceptuales de la física de materia condensada a otras ramas de la física.
- b) Entender las propiedades de la materia condensada integrando los conocimientos adquiridos sobre termodinámica, mecánica estadística y mecánica cuántica.
- c) Estudiar algunos modelos simplificados que permiten la descripción de propiedades microscópicas y macroscópicas de la materia condensada.
- d) Utilizar los modelos de redes cristalinas para explicar propiedades térmicas en materiales sólidos.

3. Unidades

3.1. Introducción

Descripción: Introducción a la Física de Materia Condensada. Materia blanda y materia sólida. Aplicaciones de la Física de Materia Condensada.

Duración: 14 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son mayoritariamente magistrales, con tiempo dedicado a la solución de ejercicios guía y también para que el grupo de estudiantes pueda demostrar su aprendizaje y comprensión del tema mediante la resolución y exposición oral de los ejercicios propuestos.

Evaluación: Se evaluará por medio de tareas, el proyecto de simulación y el primer examen parcial.

3.2. Estructura cristalina y Enlaces cristalinos

Descripción: Red cristalina y tipos de cristales. Redes de Bravais. Planos cristalinos. Índices de Miller. Análisis cristalográfico. Factor de dispersión. Factor geométrico de estructura. Red recíproca. Enlaces en cristales de gases inertes, iónicos, metálicos y covalentes

Duración: 18 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son mayoritariamente magistrales, con tiempo dedicado a la solución de ejercicios guía y también para que el grupo de estudiantes pueda demostrar su aprendizaje y comprensión del tema mediante la resolución y exposición oral de los ejercicios propuestos.

Evaluación: Se evaluará por medio de tareas y el segundo examen parcial.

3.3. Fonones I: Vibraciones

Descripción: Dinámica de las redes cristalinas. Vibraciones Elásticas. Velocidad de Grupo. Movimiento Ondulatorio en redes atómicas. Región de frecuencia prohibida. Excitación óptica de vibraciones reticulares. Energía de enlace de estructuras cristalinas.

Duración: 14 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son mayoritariamente magistrales, con tiempo dedicado a la solución de ejercicios guía y también para que el grupo de estudiantes pueda demostrar su aprendizaje y comprensión del tema mediante la resolución y exposición oral de los ejercicios propuestos.

Evaluación: Se evaluará por medio de dos tareas y el segundo examen parcial.

3.4. Fonones II: Propiedades Térmicas

Descripción: Calor específico de los sólidos. Vibraciones reticulares y propiedades térmicas de los cristales. Cálculo clásico del calor específico. Teoría de Einstein del calor específico. Teoría de Debye. Expansión térmica. Conductividad térmica reticular.

Duración: 14 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son mayoritariamente magistrales, con tiempo dedicado a la solución de ejercicios guía y también para que el grupo de estudiantes pueda demostrar su aprendizaje y comprensión del tema mediante la resolución y exposición oral de los ejercicios propuestos.

Evaluación: Se evaluará por medio del examen final.

4. Evaluación del curso

Los porcentajes asignados a cada uno de los elementos de la evaluación están de acuerdo con el Reglamento General de Evaluación y Promoción del Estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Es obligatorio cumplir con el 80 % de la asistencia a las clases virtuales y la lista de asistencia se toma antes de los 15 minutos de haber iniciado el periodo de clase.

El curso se evaluará mediante tres exámenes, dos parciales (13/8/2021 y 15/10/2020) y un final (según la calendarización oficial). También se hará un proyecto de la simulación de dinámica molecular cuyas fechas de entrega y de exposición serán determinados por la fecha del examen final. Las tareas se asignarán en las clases durante la semana y se presentarán el primer día de clase de la siguiente semana. La entrega de tareas es obligatoria. Sólo se aceptan tareas después de la fecha y hora convenida aplicando la tasa de decaimiento de nota dada por la función $100e^{-t/36}$ donde t es el tiempo de retraso en horas.

Tareas	10 puntos
1 Proyecto	10 puntos
2 Exámenes parciales	50 puntos
Examen final	30 puntos
Total	100 puntos

5. Bibliografía

Referencias comentadas

Para la primera unidad, donde haremos la introducción a los temas de Materia Condensada vamos a usar los libros de Barrat y Hansen [1], de Marder [2] y de Duan y Guojun [3]. Además, para cubrir algunos temas del área de materia blanda vamos a usar el libro de Jones [4] y el de Kleman et al. [5] para abordar otros temas.

Tomaremos los contenidos de la parte de estado sólido de los libros de Kittel [6] y de Ashcroft y Mermin [7]. El primero presenta los temas de un modo introductorio, pero el segundo libro nos permitirá abordar los temas desde un punto de vista más formal en el marco de la Mecánica Estadística y la Mecánica Cuántica.

El libro de Ashcroft y Mermin (1976) ha sido la referencia durante mucho tiempo para los cursos del área, pero los libros de Marder [2] y de Duan y Guojun [3] son libros más recientes y los usaremos para tomar una perspectiva de los últimos avances de la Física de Materia Condensada.

Referencias

- [1] J. Barrat and J. Hansen, *Basic Concepts for Simple and Complex Liquids*. Cambridge University Press, 2003.
- [2] M. Marder, *Condensed Matter Physics*. Wiley, 2010.
- [3] F. Duan and J. Guojun, *Introduction to Condensed Matter Physics: Volume 1*, vol. 1. World Scientific Publishing Company, 2005.
- [4] R. Jones, *Soft Condensed Matter*. Oxford Master Series in Physics, OUP Oxford, 2002.
- [5] M. Kleman, , O. Laverntovich, and J. Friedel, *Soft Matter Physics: An Introduction*. Partially Ordered Systems, Springer, 2003.
- [6] C. Kittel, *Introduction to Solid State Physics*. Wiley, 2004.
- [7] N. Ashcroft and N. Mermin, *Solid State Physics*. HRW international editions, Holt, Rinehart and Winston, 1976.

<http://ecfm.usac.edu.gt/programas>