



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ciencias
Escuela de Física

Programa de Curso

| | |
|--|--|
| Nombre del curso: Física Térmica II | Requisitos: FS-0408 Termodinámica o FS-0642 Física Térmica I, FS-0600 Física Moderna o FS-0635 Física Moderna |
| Sigla: FS-0742 | Correquisitos: Ninguno |
| Horas: 4 horas teoría por semana | Ciclo: VII |
| Créditos: 3 | Clasificación: Propio |

1. DESCRIPCIÓN

Este curso corresponde a la segunda parte de los cursos sobre la Física Térmica del programa de Bachillerato en Física y de Bachillerato y Licenciatura en Meteorología. El curso pretende generalizar los conceptos adquiridos en la primera parte hacia la denominada mecánica estadística, tanto la clásica como la cuántica.

La mecánica estadística clásica es el puente entre las descripciones macroscópicas y microscópicas de los sistemas termodinámicos que contienen muchas partículas ($\sim 10^{23}$). Es capaz de explicar las leyes de la termodinámica y describe las fluctuaciones que aparecen cuando el número de grados de libertad es pequeño. Las propiedades de estos sistemas a nivel microscópico se obtienen a partir de las leyes del electromagnetismo, de la mecánica clásica y de la mecánica cuántica, mientras las propiedades macroscópicas deben obedecer las leyes de la termodinámica. Algunos ejemplos van desde la temperatura, presión y magnetización, hasta el movimiento browniano, el cual es visible por el ojo humano, y fenómenos en la nanoescala.

La mecánica estadística cuántica es uno de los pilares en áreas como la física de la materia condensada, la física nuclear y la física de partículas. En este curso se verán temas como las distribuciones de Bose-Einstein y Fermi-Dirac y algunas de sus aplicaciones, así como el condensado de Bose-Einstein en gases y líquidos (He-4).

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar una comprensión de los conceptos básicos de la mecánica estadística clásica y cuántica.

Objetivos específicos

- Comprender los conceptos fundamentales de los métodos estadísticos y su aplicación a sistemas termodinámicos de partículas.
- Comprender los conceptos fundamentales de los parámetros microscópicos y sus medidas.
- Comprender los conceptos fundamentales asociados a la mecánica estadística y aplicaciones simples de ésta.
- Comprender los conceptos fundamentales de la teoría cinética elemental de los procesos de transporte.
- Comprender los conceptos fundamentales de las propiedades de los gases ideales y la aplicación de la mecánica estadística cuántica a estos.
- Aplicar las leyes y los principios fundamentales de la mecánica estadística clásica y cuántica a fenómenos físicos utilizando las técnicas matemáticas apropiadas.

3. CONTENIDOS DEL CURSO

INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS ESTADÍSTICOS

- Conceptos elementales estadísticos
- Distribuciones de probabilidad y cálculo de valores medios
- Problema del camino aleatorio
- Distribuciones gaussianas

DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE SISTEMAS DE PARTÍCULAS

- Especificación del estado de un sistema
- Conjunto estadístico
- Postulados básicos
- Cálculo de probabilidades
- Comportamiento de la densidad de estados
- Interacciones térmicas, mecánicas y en general
- Procesos cuasi-estáticos

TERMODINÁMICA ESTADÍSTICA

- Irreversibilidad y equilibrio
- Interacciones entre sistemas

PARÁMETROS MICROSCÓPICOS Y SU MEDIDA

- Trabajo, energía interna y calor
- Temperatura absoluta
- Capacidad calorífica y calor específico
- Entropía

PROPIEDADES DE LOS GASES IDEALES

- Ecuación de estado
- Energía interna y calor específico
- Expansión y compresión adiabáticas
- Entropía

MÉTODOS BÁSICOS Y RESULTADOS DE LA MECÁNICA ESTADÍSTICA

- Sistemas aislados
- Conjunto canónico y sus características
- Conjunto gran canónico y sus características

APLICACIONES SIMPLES DE LA MECÁNICA ESTADÍSTICA

- Funciones de partición y sus propiedades
- Gases ideales
- Paramagnetismo
- Teoría cinética de los gases diluidos en equilibrio (Maxwell)

ESTADÍSTICA CUÁNTICA DE GASES IDEALES

- Distribuciones de Maxwell-Boltzmann, Bose-Einstein, Fermi-Dirac y sus características
- Gas ideal en el límite clásico
- Función de partición
- Implicaciones físicas
- Aplicaciones: radiación de cuerpo negro y conductividad en metales

TEORÍA CINÉTICA ELEMENTAL DE PROCESOS DE TRANSPORTE

- Tiempos de colisión, dispersión y sección eficaz
- Viscosidad
- Conductividades térmica y eléctrica
- Auto-difusión

TEMAS ESPECIALES Y OPCIONALES

Definidos a criterio del profesor

4. METODOLOGÍA

Durante el curso se emplea una metodología participativa. Las clases poseen principalmente exposiciones magistrales y la realización de ejercicios asociados a los diferentes conceptos de la mecánica estadística clásica y cuántica. En las exposiciones magistrales, la persona docente deberá dar definiciones, explicaciones teóricas y aplicaciones, empleando las diferentes herramientas matemáticas y de programación disponibles. Se motiva a la indagación de conceptos y al trabajo en grupo e individual.

5. EVALUACIÓN

El rendimiento académico del estudiantado se podrá evaluar por medio de pruebas escritas, cuyos contenidos versarán sobre temas analizados previamente durante las lecciones, además de análisis de lecturas relacionadas con los contenidos, pruebas cortas, tareas de resolución analítica, tareas programadas (aplicación de métodos numéricos y lenguaje de programación) y exposiciones, entre otros. La composición de la nota final incluirá al menos tres tipos de instrumentos de evaluaciones distintos, siendo uno de ellos las tareas programadas.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Amit, D. J., and Yosef Verbin. *Statistical physics: an introductory course*. Singapore River Edge, N.J: World Scientific, 1999.
2. Blundell, S. y Blundell, K. (2006) *Concepts in Thermal Physics*, USA: Oxford University Press.
3. Garrod, C., (1995). *Statistical Mechanics and Thermodynamics*, USA: Oxford University Press.
4. Huang K. (1987). *Statistical mechanics*. New York: John Wiley.
5. Khinchin, A.(2014) *Mathematical Foundations of Statistical Mechanics*, Martino Fine Books.
6. Kittel, C. y Kroemer H. (1980). *Thermal Physics*. San Francisco, CA.: W.H. Freeman.
7. Krauth W. *Statistical Mechanics: Algorithms and Computations*. Oxford University Press. Primera Edición (2006).
8. Kubo, R. (1985). *Statistical Mechanics*. Netherlands North Holland: El Sevier.
9. Landau, L. y Lifshitz, E. (1980). *Física Estadística*. España: Editorial Reverté.
10. Lim Y. (1990). *Problems and Solutions on Thermodynamics and Statistical Mechanics*. Singapore: World Scientific.
11. McQuarrie D. A.(2000). *Statistical mechanics*. New York: Harper and Row.
12. Pathria R. K. and Beale P. D. *Statistical Mechanics*. Academic Press. Tercera Edición (2011)
13. Reif, F. (2009). *Fundamentals of Statistical and Thermal Physics*. USA Illinois: Waveland Press.
14. Reichl, L. (2016). *A Modern Course in Statistical Physics*. Germany: Wiley-VCH.
15. Rex, Andrew F., and C. B. P. Finn. *Finn's Thermal physics*. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2017.
16. Sekerka R. F. *Thermal Physics*. Elsevier. Primera Edición (2015)
17. Simon S. H. *The Oxford Solid State Basics*, Oxford University Press. Primera Edición (2013)
18. Smirnov, B. (2006). *Principles of Statistical Physics*. Germany: Wiley.
19. Toda, M. Kubo R. y Saito, N. (2013) *Statistical Physics I:Equilibrium Statistical Mechanics*. Springer.
20. Tolman, R. (2010). *The Principles of Statistical Mechanics*. New York: Dover Publications,
21. Walecka, J. (2000) *Fundamentals of Statistical Mechanics (Manuscript and Notes of FelixBloch)*. USA: World Scientific Publishing Company.
22. Wasserman, Allen L. *Thermal physics: concepts and practice*. Cambridge, UK New York: Cambridge University Press, 2012.

Aprobado mediante la resolución de vicerrectoría de docencia VD-12824-2023. Rige a partir del I ciclo 2024.