

Mecánica Estadística, Segundo Semestre 2024

Profesor : **Gonzalo Gutiérrez**, www.gnm.cl/gonzalo
: gonzalogutierrez@uchile.cl, (Of. 202, 2do. piso, Fono: +56 2 2978 7283).
Ayudante : por designar
Página web del curso: <http://www.u-cursos.cl>

1.- Generalidades

Este es un primer curso de Mecánica Estadística (curso final para licenciatura, inicial para postgrado) en el cual se estudiarán sus fundamentos así como su formulación clásica y cuántica, con ejemplos que ilustrarán sus aplicaciones en diferentes áreas de la física. El tratamiento hará énfasis en el contenido físico de los temas, aunque no por ello dejará de ser riguroso desde punto de vista matemático. El desarrollo del curso estará basado en Apuntes del profesor, y en los libros [1, 2] de la bibliografía. Parte integrante y esencial del curso es la resolución de problemas y ejercicios por parte del estudiante, para lo cual se entregarán guías en forma regular, además de los problemas disponibles que aparecen en los libros citados en la bibliografía. La evaluación consistirá en pruebas y controles.

El curso consta de dos clases y una ayudantía a la semana, distribuidas en

- 2 bloques de clases teóricas, presenciales: jueves y viernes 12:00, Sala 3, Depto. de Física

- Ayudantía: martes 8:30 hrs., Sala A. Einstein.

Habrá periódicamente guías de ejercicios.

Requisitos

Para Licenciatura, debe tener cursado Termodinámica (FC 420) y Mecánica Cuántica I (FC 730).

Para doctorado es un curso inicial (sin requisitos).

2.- Programa

Se indica el número tentativo de clases. Temas con asterisco serán vistos si el tiempo lo permite.

1. Termodinámica (2)

- Definiciones, postulados y leyes
- Condiciones de equilibrio
- Estructura formal y algunos ejemplos
- Procesos reversibles y teorema del trabajo máximo
- Potenciales termodinámicos o energías libres

2. Probabilidades y estadística (2)

- Definiciones; variables aleatorias; probabilidades frecuentista y bayesiana
- Axiomas; Teorema de Bayes; permutaciones y combinatoria
- Variables aleatoria continuas; Distribuciones de probabilidad. Ejemplos; Ley grandes números

- Distribución normal; suma de variables aleatorias; teorema central del límite.
- Distribuciones con varias variables aleatorias; marginalización.

3. Mecánica estadística clásica (8)

- Definiciones generales: estados, espacio de fases, teorema de Liouville, hipótesis ergódica
- Ensemble microcanónico; gas ideal, entropía de mezcla y Paradoja de Gibbs
- Ensemble canónico; ejemplos;
- Ensemble gran canónico
- Ejemplos y otros ensemble: de Gibbs (isotérmico-isobárico),
- Relación general entre valores de expectación, Teorema de las variables conjugadas.
- Principio de máxima entropía, MaxEnt; entropía e información(*)

4. Mecánica estadística cuántica (4)

- Límites de la ME Clásica y necesidad de reformulación basada en mecánica cuántica
- Ejemplos: gases poliatómicos, vibraciones en sólidos, radiación de cuerpo negro
- Microestados cuánticos, macroestados cuánticos
- Matriz densidad.

5. Gases ideales cuánticos (2)

- Espacio de Hilbert de partículas idénticas
- Formulación canónica; formulación gran canónica
- Gases no-relativistas, tratamiento general

6. Gases ideal de Fermi, y gas ideal de Bose (4-6)

- Gas de Fermi. Electrones en sólidos. Otros ejemplos
- Gas de Bose. Condensación de Bose-Einstein. Otros ejemplos
- Casos ilustrativos: Superfluidez ^4He ; Universo temprano; Enanas blancas; Átomos ultrafríos(*)

7. Teoría cinética (*)

- Fundamentos
- Jerarquía de Bogoliubov–Born–Green–Kirkwood–Yvon
- Ecuación Boltzmann
- Teorema H y la irreversibilidad
- Propiedades de equilibrio y leyes de conservación
- Hidrodinámica de orden cero y orden uno (*)

Referencias

[A] Requerido

Los libros guía en los cuales se basará el curso son:

- [1] W. Greiner, L. Neise, H. Stoker, *Thermodynamics and Statistical Mechanics*, Springer
- [2] Mehran Kardar, *Statistical Physics of Particles*, Cambridge University Press, 2007.

[B] Complementarios

Hay una gran cantidad de buenos libros complementarios a este nivel, que se sugiere tenerlos a mano y revisarlos, entre ellos:

- [3] *Statistical Physics*, apuntes de Manfred Sigrist, ETH
<http://edu.itp.phys.ethz.ch/hs14/StatPhys/>
- [4] K. Huang, *Introduction to Statistical Mechanics, 2nd. edition*; y *Statistical Mechanics, 2nd. edition*
- [5] R. K. Pathria, P. D. Beale, *Statistical Mechanics, 3rd. edition*
- [6] H. Callen, *Thermodynamics and an introduction to thermostatistics, 2nd. edition*
- [7] J. D. Walecka *Introduction to Statistical Mechanics*
- [8] D. McQuarrie, *Statistical Mechanics*
- [9] M. Plischke, B. Bergersen, *Equilibrium Statistical Physics*
- [10] W. Pauli, *Statistical Mechanics*
- [11] R. P. Feynman, R. Leighton y M. L. Sands, *The Feynman Lectures in Physics*, Volumen I,
- [12] G. Zgrablich, *Elementos de Mecánica Estadística*
- [13] S. Cannas, *Apuntes de Termodinámica y Física Estadística*
- [14] C. Tsallis and G. Ruiz, *Introducción a la Mecánica Estadística de Boltzmann-Gibbs (Draft, 2011)*

También existen varios libros con problemas resueltos, entre ellos

- [15] R. Kubo, *Statistical mechanics*
- [16] D. Dalvit, J. Frastai, I. Lawrie, *Problems on Statistical mechanics*
- [17] Yung-Kuo Lim, Ed., *Problems and solutions in thermodynamics and Statistical Mechanics*

4.- Evaluación

La evaluación del curso consistirá en

- 3 pruebas de cátedra, en las fechas tentativas siguientes:
 - semana 30 de septiembre : Temas 1, 2 y 3.
 - semana 28 de octubre: Tema 4 y 5
 - semana 2 de diciembre: Tema 6 (gas de Fermi y gas de Bose)

- entre 4-6 controles, que serán avisados con una semana de anticipación.

- Evaluación:

El promedio de las tres pruebas dará origen a N_P .

El promedio de los controles dará origen a N_C .

La nota final N_F se calculará como $N_F = N_P \times 0,6 + N_C \times 0,4$

Para aprobar se deberá tener la nota N_C mayor o igual a 4.0, la nota de pruebas N_P mayor o igual a 4.0.

Para aquellos que no cumplan con estos requisitos y recreen el curso, su nota final corresponderá a aquella más baja entre la nota de pruebas y la nota de tareas.