

06 AGO 2020



Nombre de la unidad curricular: Mecánica Estadística

Licenciaturas: Física

Frecuencia y semestre de la formación al que pertenece: anual, semestre par

Créditos asignados: 12 (Área Física)

Nombre del/la docente responsable: Hugo Fort

E-mail: hugo@fisica.edu.uy

Requisitos previos: 60 créditos en el área Física. 70 créditos en el área Matemática.

Ejemplos de unidades curriculares de Facultad de Ciencias u otros que aportan dichos conocimientos: Física general I y II, Cálculo I, II y III, Álgebra lineal I y II, Mecánica Clásica, Física Moderna, Electromagnetismo, Mecánica Analítica y Termodinámica.

Conocimientos adicionales sugeridos: Conocimiento de la física general usando herramientas de cálculo diferencial e integral. Conocimiento de Mecánica Clásica, Analítica y Termodinámica. Nociones sobre ecuaciones diferenciales y buen conocimiento de geometría y álgebra lineal.

Objetivos de la unidad curricular:

a) Herramientas, conceptos y habilidades que se pretenden desarrollar

Se espera que el estudiante sea capaz de aplicar los conceptos aprendidos en cursos anteriores para calcular funciones de partición de diferentes sistemas físicos y así obtener promedios estadísticos que correspondan a magnitudes termodinámicas macroscópicas. Una aplicación particularmente importante es el análisis de las transiciones de fase termodinámicas, de sistemas clásicos y cuánticos.

b) En el marco del plan de estudios

Temario sintético de la unidad curricular:

- 1 OBJETIVO Y CONCEPTOS BÁSICOS 1-10 (3 CLASES)
- 2 DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE SISTEMAS FÍSICOS: TEORÍA DE LOS ENSEMBLES DE GIBBS 2-10 (2 CLASES)
- 3 ENSEMBLES REPRESENTATIVOS DE SITUACIONES DE INTERÉS FÍSICO 2-10 (4 CLASES)
- 4 SISTEMAS IDEALES CLÁSICOS 2-10 (4 CLASES)
- 5 SISTEMAS IDEALES CUÁNTICOS 2-10 (6 CLASES)
- 6 SISTEMAS REALES 2-10 (3 CLASES)
- 7 TRANSICIONES DE FASE 4,6-10 (5 CLASES)

Temario desarrollado:

- 1 OBJETIVO Y CONCEPTOS BÁSICOS 1-10 (3 CLASES)
 - 1.1 La Termodinámica y la Mecánica Estadística: Teoría Fenomenológica y Teoría Fundamental.
 - Física microscópica y macroscópica 1. Especificación del estado de un sistema. Microestados macroestados 2,3.
 - Construcción de cantidades macroscópicas y clasificación de las magnitudes en Mecánicas y Térmicas.
 - Repaso de Termodinámica 2,4.
 - Repaso de Probabilidad.
 - 1.2 El Carácter Estadístico de la Segunda Ley de la Termodinámica. 1,3,6
 - El método de máxima entropía MaxEnt de Boltzmann y Gibbs. 3,6.
 - 1.3 La meta principal en Mecánica Estadística: Cálculo de la Función de Partición.3,5
 - Distribuciones Estadísticas. Promedios temporal y estadístico. El papel fundamental de la energía 5.
- 2 DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE SISTEMAS FÍSICOS: TEORÍA DE LOS ENSEMBLES DE GIBBS 2-10 (2 CLASES)
 - 2.1 Ensemble Estadístico.
 - Ejemplos Introdutorios. 2,3
 - Definición. Teorema de Liouville.
 - 2.2 Postulados Estadísticos Fundamentales 2,6.
 - 2.3 Estados Accesibles de un Sistema Macroscópico.
 - Ejemplos: partícula cuántica en una caja uni- y tri-dimensional. Comportamiento de la densidad espectral 2.
 - Procesos reversibles e irreversibles.

3 ENSEMBLES REPRESENTATIVOS DE SITUACIONES DE INTERÉS FÍSICO 2-10 (4 CLASES)

- 3.1 Sistema Cerrado Aislado: Ensemble MICROCANÓNICO.
- 3.2 Sistema Cerrado en contacto con un termostato: Ensemble CANÓNICO. Distintas derivaciones de la distribución canónica.
- 3.3 Sistema Abierto: Ensemble MICROCANÓNICO.
- 3.4 Equivalencia de los 3 Ensembles para Sistemas Microscópicos. 5-7
- 3.5 Aplicaciones Sencillas. Paramagnetismo. Gas ideal 2,6.
- 3.6 Valores Esperados y Conexión con la Termodinámica. 2,3,5,6



4 SISTEMAS IDEALES CLÁSICOS 2-10 (4 CLASES)

- 4.1 Gas Monoatómico Ideal. 3,6,7
- 4.2 Paradoja de Gibbs: indistinguibilidad. 2,6,7
- 4.3 Validez de la Aproximación Clásica. 6
- 4.4 Teorema de Equipartición de la Energía. 2,3,6
- 4.5 Aplicación: Gas Diatómico Ideal. 2-7
Energía cinética de traslación media de una molécula de gas. Oscilador armónico clásico y cuántico.
Energía cinética de rotación media de una molécula biatómica.
- 4.6 Teoría de los Metales de Drude.
Hipótesis del modelo. Conductividad eléctrica y térmica. Crítica. 6

5 SISTEMAS IDEALES CUÁNTICOS 2-10 (6 CLASES)

- 5.1 Funciones de Distribución para Gases Ideales: Distribuciones Cuánticas de Bose-Einstein y de Fermi-Dirac.
La noción mecánico-cuántica de estadística de una partícula. Bosones y fermiones.
Fluctuaciones en los números de ocupación. 7,8
- 5.2 El límite clásico.
Gases cuánticos débilmente degenerados y fuertemente degenerados.
- 5.3 Ecuación de Estado y Desarrollo del Virial para el Gas de B-E 6.
- 5.4 Propiedades Termodinámicas del Gas de F-D 6.
- 5.5 Aplicaciones de B-E I : Radiación del Cuerpo Negro. 2,3
- 5.6 Aplicaciones de B-E II : Condensación de Bose-Einstein. 3,6
- 5.7 Aplicaciones de F-D I : Teoría de los Metales de Sommerfeld. 6,9
Momentum, energía y temperatura de Fermi. Estado fundamental. Propiedades térmicas del gas
de electrones libres. Teoría de la conducción de Sommerfeld.
- 5.8 Aplicaciones de F-D II : Teoría de Bandas de los Sólidos. 7, 8
Conceptos elementales. Conductor, aislador y semiconductor

6 SISTEMAS REALES 2-10 (3 CLASES)

- 6.1 Gases Reales Clásicos.
Cálculo de la función de partición. Teoría de Ursell-Mayer. Expansiones en racimos. Ecuación de estado y coeficientes del Virial. Ecuación de van der Waals 4,6,9.
- 6.2 Sólidos Cristalinos.
Modelo de Einstein: osciladores armónicos independientes. Modelo de Debye: fonones. 6, 7

7 TRANSICIONES DE FASE 4,6-10 (5 CLASES)

- 7.1 Transiciones de Fase y Límite Termodinámico
- 7.2 Las transiciones de Fase del Agua
Clasificación de las Transiciones de Fase. Transiciones de fase de 1er y 2do orden. Diagramas de fase.
- 7.3 Teorías Clásicas para las Transiciones de Fase.

Ecuación de van der Waals para la transición gas-líquido. Ecuación de Curie-Weiss para el ferromagneto uniaxial.

7.4 Modelo de Ising para el Ferromagnetismo.

Magnetización espontánea. Interacción por intercambio. Modelo de Ising. Aproximación del campo medio 6,10. El concepto de fenómeno crítico 8,10.

7.5 Teoría de Landau.

Superfluidez y Superconductividad. 8-10

*: Los números entre corchetes corresponden a referencias bibliográficas.

Bibliografía

a) Básica:

Referencias

1 L. Boltzmann, Escritos sobre Mecánica y Termodinámica, Alianza Editorial (1980).

2 F. Reif, Fundamentals of Statistical and Thermal Physics, McGraw-Hill (1965).

3 M. Glazer and J. Wark, Statistical Mechanics. A Survival Guide. Oxford University Press (2001).

4 H. B. Callen, Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics, 2nd Ed., John Wiley Sons (1985).

5 L. Landau and E. Lifshitz, Statistical Physics Part 1, Course of Theoretical Physics, Vol 5, Pergamon Press (1980).

6 R. K. Pathria and P. D. Beale, Statistical Mechanics 3rd Ed., Butterworth Heinemann (2011).

7 E. Gopal, Statistical Mechanics and Properties of Matter, Wiley and Sons (1976).

8 C. Kittel, Física Térmica, Reverte (1973).

9 B. Cowan, Topics in Statistical Mechanics, Imperial College Press (2005).

10 Michael Plischke, Birger Bergersen, Equilibrium Statistical Physics, World Scientific (1994).

b) Complementaria:

Modalidad cursada: Dos clases presenciales o remotas de teórico semanales y una de ejercicios de práctico.

Metodología de enseñanza: Clases presenciales o remotas de teórico de ejercicios de práctico.

Duración en semanas: 15

Carga horaria total: 180



Carga horaria detallada:

- a) Horas aula de clases teóricas: 60
 - b) Horas aulas de clases prácticas: 30
 - c) Horas de seminarios: 0
 - d) Horas de talleres: 0
 - e) Horas de salida de campo: 0
 - f) Horas sugeridas de estudio domiciliario durante el período de clase: 90
-

Sistema de APROBACIÓN final

Tiene examen final: Si

Se exonera el examen final: Si

Nota de exoneración (del 3 al 12): 9

Sistema de GANANCIA

a) Características de las evaluaciones:

3 parciales escritos que constan tanto de ejercicios (incluyendo algunos ejercicios de los repartidos de práctico entregados durante el curso) y preguntas de teórico.

b) Porcentaje de asistencia requerido para ganar la unidad curricular: 0

c) Puntaje mínimo individual de cada evaluación y total: 60

d) Modo de devolución o corrección de pruebas:

COMENTARIOS o ACLARACIONES:

En cada parcial el estudiante puede alcanzar un máximo de 50 puntos en los problemas prácticos y otros 50 en las preguntas teóricas. Para aprobar el curso se requiere un mínimo de 90 de los puntos asignados a los problemas prácticos de los tres parciales sumados. Entonces, siempre refiriéndonos a porcentajes de los tres parciales sumados, hay tres posibilidades:

1. Con menos de 90 de los puntos asignados a los problemas prácticos, reprueba.
2. Con al menos 90 de los puntos asignados a los problemas prácticos y 249 del TOTAL de los puntos (suma de los puntos asignados tanto a los problemas prácticos como a las preguntas

teóricas), debe rendir examen teórico.

3. Con 250 del TOTAL de los puntos (suma de los puntos asignados tanto a los problemas prácticos como a las preguntas teóricas), exoneración total, no debe rendir ningún examen.

Enfatizamos que en cada parcial al menos uno de los problemas prácticos coincidirá con uno de los ejercicios prácticos propuestos durante el curso en los repartidos de ejercicios prácticos.

Iguá 4225 esq. Mataojo • 11.400 Montevideo – Uruguay
Tel. (598) 2525 0378 • (598) 2522 947 • (598) 2525 8618 al 23 ext. 7 110 y 7 168 • Fax (598)
2525 8617