

PROGRAMA ACADÉMICO: FISICA

SEMESTRE: VIII

ASIGNATURA: MECANICA ESTADÍSTICA

CÓDIGO: 8108587

NÚMERO DE CRÉDITOS: 4

PRESENTACIÓN

Al estudiar sistemas compuestos por un número muy grande de partículas la física abandona el proyecto de analizar detalladamente trayectorias o estados cuánticos y lo substituye por un tratamiento estadístico. La probabilidad comienza a reemplazar la certeza, sin embargo, paradójicamente, es justamente el enorme número de elementos microscópicos que componen los materiales lo que permite obtener resultados de gran precisión y confiabilidad.

Esta parte de la disciplina provee una explicación de la termodinámica clásica a partir de la teoría atómica, y permite el cálculo de los potenciales termodinámicos y de otras propiedades de un cuerpo. La mecánica estadística se ocupa también de procesos fuera de equilibrio, los cuales son mucho más difíciles de tratar.

La física estadística es fundamental para estudiar el comportamiento de átomos y moléculas en gases, fluidos, sólidos y plasmas, electrones en semiconductores y metales. En procesos astrofísicos como el estallido de supernovas y el comportamiento de estrellas de neutrones.

JUSTIFICACIÓN

La física estadística es la rama de la física que se encarga de estudiar el comportamiento microscópico de los sistemas termodinámicos y como este comportamiento determina las propiedades macroscópicas de dichos sistemas. En la actualidad, la física estadística se ha posicionado como la principal herramienta en el estudio de la materia condensada en todas sus manifestaciones. De esta manera ha contribuido a los enormes éxitos científicos y tecnológicos de la física del estado sólido y a la fundamentación de la física de la materia condensada. La física estadística tiene una importancia fundamental en los modelos cosmológicos y astrofísicos, permite establecer un puente de unión entre la física y la química o entre la física y la biología y es también una herramienta indispensable en el desarrollo de los nuevos campos, como la óptica cuántica, la ingeniería entrópica, la cual es una de las herramientas de la nanotecnología y los medios granulares, entre otros.

Probablemente más sorprendente que lo anterior sea la adaptación de la física estadística al estudio de los fenómenos socioeconómicos, como la dinámica del tráfico de automóviles en un sistema urbano y el modelado de mercados financieros. En la economía, la física estadística es utilizada en el estudio de los ciclos energéticos y de producción, en el análisis de procesos económicos y del fenómeno de la auto-organización, así como el modelado de la evolución de procesos innovadores. La física estadística es incluso utilizada para entender la dinámica de la formación de opiniones en la sociedad.

COMPETENCIAS

- Interpretar los diversos componentes de la estructura teórica de la Física Estadística.
- Comprender de algunos modelos físico-matemáticos de carácter estadístico.
- Entender la teoría de los ensambles en los sistemas micro canónico, canónico y gran canónico.
- Aplicar los conceptos de la física estadística en la interpretación de algunos fenómenos termodinámicos.
- Estudiar algunas aplicaciones de la Física Estadística en sistemas físicos reales.

METODOLOGÍA

El curso se desarrollará basado en las siguientes actividades: Clases magistrales combinadas con talleres dirigidos basados en la formulación de la mecánica cuántica y sus aplicaciones en diversos campos de la física. La realización de tareas en las que se indica la metodología de resolución.

CLASES MAGISTRALES: La asignatura se desarrollará a través de clases teóricas o conferencias, en donde se ejemplificará los ejercicios, se expondrán procedimientos, métodos de trabajo, se orientará la búsqueda de nuevas variantes. Se evaluarán las preguntas y se plantearán nuevas tareas que servirán de motivación para nuevas búsquedas e interrogantes y servirán de puentes para próximas actividades curriculares. Se combinará con los talleres dirigidos.

TALLERES DIRIGIDOS: Haciendo uso de la metodología de talleres, el docente con una activa participación de los estudiantes orientará y dirigirá una serie de actividades, las cuales básicamente consisten en realizar desarrollos de problemas específicos que se encuentran en los libros que conduzcan al dominio de las herramientas conceptuales, matemáticas y aplicación.

INVESTIGACIÓN

PROYECTO DE ASIGNATURA: Se entiende que el proyecto de asignatura es un ejercicio académico el cual consiste en el desarrollo minucioso y exhaustivo de una lectura selecta (revisión de un capítulo de libro) relacionado con los tópicos vistos en clase. Debe entenderse que es un trabajo dirigido por el profesor, en consecuencia el estudiante debe comunicar sus avances para que el profesor le asigne nuevas actividades a desarrollar, el avance en este tipo de trabajo depende del estudiante.

MEDIOS AUDIOVISUALES

A través del Sistema moodle de la UPTC se tiene acceso al programa de la asignatura, textos en pdf sobre los tópicos tratados en clase, ejercicios, evaluaciones, calificaciones parciales y totales, enlaces a otros cursos virtuales, en otras palabras, todo lo necesario para desarrollar el curso. Los materiales pueden cambiar sin previo aviso.

EVALUACIÓN

EVALUACIÓN COLECTIVA

Exposiciones orales por parejas en donde el estudiante muestre los desarrollos relevantes, los conceptos importantes involucrados y las aplicaciones tecnológicas que pudieran existir.

EVALUACIÓN INDIVIDUAL

Parciales de cada tema, todos los parciales se realizarán con libro abierto y algunos para realizar en casa (30%).

Asistencia a clases, desempeño en los talleres, trabajos escritos, desarrollo de ejercicios y exposiciones (20%).

CONTENIDOS TEMÁTICOS MÍNIMOS

UNIDAD I: NUMERO DE MICROESTADOS Y ENTROPIA.

Fundamentos. Espacio de Fase. Definición estadística de entropía. Paradoja de Gibbs.

UNIDAD II: LA TEORIA DE ENSAMBLE Y EL ENSAMBLE MICROCANÓNICO

Densidad espacio de fase, hipótesis ergódica. Teorema de Liouville. El ensamble microcanónico. La entropía como el promedio del ensamble. La función incertidumbre.

UNIDAD III: EL ENSAMBLE CANÓNICO

Fundamentos generales del factor de corrección de Gibbs. Sistemas de partículas no interactuantes. Cálculo de observables como promedios del ensamble. Conexión entre los ensambles canónico y microcanónico. Fluctuaciones. Teorema del virial y teorema de equipartición. Para un mejor entendimiento: el ensamble canónico como el valor medio de todas las posibles distribuciones.

UNIDAD IV: APLICACIONES DE LA ESTADÍSTICA DE BOLTZMANN

Sistemas cuánticos en la estadística de Boltzmann. Paramagnetismo. Temperatura negativas en los sistemas de dos niveles. Gases con grados de libertad internos. Gas ideal relativístico.

UNIDAD V: EL ENSAMBLE MACROCANÓNICO

Fluctuaciones en el ensamble macrocanónico.

UNIDAD VI: OPERADORES DENSIDAD

Fundamentos. Estados puros y mezclados. Propiedades de la matriz densidad. Los operadores densidad de la estadística cuántica.

UNIDAD VII: LA SIMETRIA DE LAS FUNCIONES DE ONDA DE MUCHAS PARTICULAS.

UNIDAD VIII: LA DESCRIPCION GRAN CANÓNICA DE LOS SISTEMAS CUÁNTICOS IDEALES.

UNIDAD IX: EL GAS DE BOSE IDEAL

Gas de bose ultrarelativista. Aplicaciones.

UNIDAD X: EL GAS DE FERMI IDEAL

El gas de Fermi degenerado. Suplemento: unidades naturales. Aplicaciones.

UNIDAD XI: GASES REALES

Expansión cluster de Mayer. Expansión virial.

UNIDAD XII: CLASIFICACION DE LAS TRANSICIONES DE FASE.

Teorema de los correspondientes estados. Indices críticos. Ejemplos de transiciones de fase.

UNIDAD XIII: Los Modelos de Ising y Heisenberg.

LECTURAS MÍNIMAS

- W. Greiner, L. Neise, H. Stöcker. Thermodynamics and Statistical Mechanics Springer. 2004. Este texto muestra en forma resumida los temas relevantes que hay que saber en física estadística, no es un libro para principiantes.
- F. Reif. Fundamental of statistical and thermal physics. Mc Graw-Hill Book Company. 1965. Este libro es considerado como un clásico, es un libro introductorio para principiantes, podría perfectamente usarse como libro de texto, pues cubre los mismos temas que el libro base recomendado y está escrito de forma muy pedagógica. Existe una versión en español Reif, F. *Fundamentos de Física Estadística y Térmica*. Editorial del Castillo (Madrid)
- R. Kubo. Statistical Mechanics. An Advanced Course with Problems and Solutions. North-Holland. Elsevier Science Publishers B.V. Eight edition. 1990. Este libro hace un desarrollo más extenso de los temas tratados y muestra algunas aplicaciones, se utilizará para realizar ejercicios.

BIBLIOGRAFÍA E INFOGRAFÍA

- F. Reif. Física Estadística. Berkeley Physics Course, Vol. 5. Reverté:Barcelona, 1968. Es un libro para principiantes, trata en forma muy didáctica y con cierta profundidad algunos temas.
- J. Ortín y J. M. Sancho. *Curso de Física Estadística*. Ediciones de la Universidad de Barcelona, colección UB-manuales No.50 (Barcelona). Un libro muy recomendable, conciso y escrito con claridad y originalidad en muchos de los temas. Diferencia claramente entre los fundamentos de la teoría y las aplicaciones. El nivel de exposición es adecuado para este curso y trata todos los temas del programa, con la excepción de la Teoría Cinética.

MACROPROCESO: DOCENCIA
PROCESO: LINEAMIENTOS CURRICULARES
PROCEDIMIENTO: APROBACIÓN Y REVISIÓN DEL PLAN ACADÉMICO EDUCATIVO
CONTENIDOS PROGRAMATICOS



Código: D-LC-P02-F01

Versión: 03

Página 4 de 4

- F. Tejero C. y M. Baus. *Física Estadística del equilibrio*. Aula Documental de Investigación:Madrid. Este es un libro muy reciente, que cubre la mayor parte de los temas de esta asignatura (con excepción de la Teoría Cinética), escrito con claridad y a un nivel parecido al del libro de texto recomendado.
- R. P. Feynman. *Statistical Mechanics*. A set of lectures. 3ª. Ed. Benjamin, 1974. Es una lectura muy ligera sobre algunos tópicos de la Física Estadística y explica con claridad y sencillez algunos conceptos fundamentales.
- R. Baierlein. *Thermal Physics*. Cambridge University Press:Cambridge. Es un libro moderno, en el que los conceptos fundamentales se explican con gran claridad. Se hace especial énfasis en la importancia y significado del potencial químico. Trata todos los temas del programa, aunque la parte de teoría cinética es muy escueta y de un nivel inferior al necesario para este curso. Muy recomendable como libro de consulta.
- G. H. Wannier, *Statistical Physics*. Dover:New York. Este es un libro clásico excelente reeditado. Muy recomendable por la claridad y profundidad en la exposición de los temas.
- F. Mandl. *Física Estadística*. Limusa:México. Este es un libro muy bien escrito que presenta los fundamentos de la Mecánica Estadística de forma clara. Es recomendable, aunque tiene el gran inconveniente de que no trata algunos temas del programa (particularmente la parte de teoría cinética).
- C. Kittel. *Física Térmica*. Reverté:Barcelona, 1969. Un libro original por el tratamiento de los temas. Demasiado escueto en el desarrollo de la teoría, lo que lo hace más adecuado como libro de consulta puntual que como libro de texto.
- M. Zemansky, R. Dittman. *Calor y Termodinámica* (6ª Edición). Editorial Mc.Graw-Hill:Madrid. Un libro excelente por el valor didáctico de la exposición de los temas. Más enfocado hacia la Termodinámica -magnífico en ese aspecto-, aunque los capítulos sobre Mecánica Estadística están expuestos de forma muy clara. No se consideran las estadísticas cuánticas. Recomendable sólo como libro de consulta.
- F. W. Sears, G. L. Salinger. *Termodinámica, Teoría Cinética y Termodinámica Estadística* (2ª Edición). Reverté:Barcelona. Un libro de nivel elemental, bien escrito, en el que más de la mitad de su contenido está dedicado a la Termodinámica. La parte de Teoría Cinética presenta los conceptos fundamentales con gran claridad, aunque el nivel es menor que el requerido para este curso. Algo parecido se puede decir del tratamiento que se da a las estadísticas cuánticas. Recomendable como libro de consulta.
- L. D. Landau, E. M. Lifshitz. *Física Estadística*. Volumen 5 del Curso de Física Teórica. 3ª.Ed. Reverté:Barcelona, 1980. Un libro clásico que trata todos los temas -excepto la Teoría Cinética- con gran detalle y profundidad. El nivel es elevado y difícil en muchos casos, lo que lo hace poco apropiado como libro de texto, pero el esfuerzo necesario para leerlo -y comprenderlo- merece la pena. Muy recomendable como libro de consulta para ampliar los conocimientos.
- T. L. Hill. *Introducción a la Termodinámica Estadística*. Paraninfo:Madrid. Libro de nivel elevado, lo que lo hace de difícil lectura, en el que es de destacar la completa y detallada presentación del tema de los gases reales.
- W. Kauzmann. *Teoría Cinética de los Gases*. Reverté:Barcelona. De nivel elemental, los fundamentos de la Teoría Cinética se presentan de forma muy cuidada.
- J. J. Duderstadt, W. R. Martin, *Teoría de Transporte*. CECSA: México. Un libro enteramente dedicado a todos los fenómenos relacionados con el transporte. De nivel elevado, resulta excelente para profundizar en el tema de la Teoría Cinética.
- K. Huang. *Statistical Mechanics*. John Wiley & Sons:New York, 1987. Este es un libro que profundiza en los conceptos básicos y trata bien algunos temas avanzados especialmente el modelo Ising.