

| UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO | | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|--------------|---|------------------|-----------------------|-----------|----------|--|
| NOMBRE DE LA ENTIDAD: | | DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍAS, CAMPUS LEÓN | | | | | | | | |
| NOMBRE DEL PROGRAMA EDUCATIVO: | | Licenciatura en Física | | | | | | | | |
| NOMBRE DE LA MATERIA: | | Mecánica Estadística Avanzada | | | | | CLAVE: | | PFMEA-08 | |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | | 01 Junio 2010 | | | | | HORAS/SEMANA/SEMESTRE | | | |
| FECHA DE ACTUALIZACIÓN: | | | | | | | | | | |
| ELABORÓ | | Dr. Ramón Castañeda Priego | | | | | | | | |
| PRERREQUISITOS: | | | | | | | | | | |
| CURSADA Y APROBADA: | | Ninguno | | | | | TEORÍA: | | 2 | |
| CURSADA: | | Ninguno | | | | | PRÁCTICA: | | 2 | |
| | | | | | | | CRÉDITOS: | | 6 | |
| CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA | | | | | | | | | | |
| POR EL TIPO DE CONOCIMIENTO: | | DISCIPLINARIA | | FORMATIVA | X | METODOLÓGICA | | | | |
| POR LA DIMENSIÓN DEL CONOCIMIENTO: | | ÁREA BÁSICA | | ÁREA GENERAL | | ÁREA PROFESIONAL | X | | | |
| POR LA MODALIDAD DE ABORDAR EL CONOCIMIENTO: | | CURSO | X | TALLER | | LABORATORIO | | SEMINARIO | | |
| POR EL CARÁCTER DE LA MATERIA: | | OBLIGATORIA | | RECURSABLE | | OPTATIVA | X | SELECTIVA | | |
| ES PARTE DE UN TRONCO COMÚN O MATERIAS COMUNES: | | SÍ | | NO | X | | | | | |
| COMPETENCIA (S) GENERAL(ES) DE LA MATERIA: | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Extender el conocimiento de los conceptos de la Mecánica Estadística que permiten la descripción microscópica de la Naturaleza. • Contribuir a la formación integral de los conocimientos, a través de la aplicación conjunta de las leyes de la Mecánica Clásica, del Electromagnetismo, de la Mecánica Cuántica y la Termodinámica en equilibrio para el entendimiento de fenómenos microscópicos y la explicación de las transiciones de fase de sistemas macroscópicos. • Desarrollar habilidades para la resolución de problemas desde una perspectiva molecular de la materia. | | | | | | | | | | |
| CONTRIBUCIÓN DE LA MATERIA AL LOGRO DEL PERFIL POR COMPETENCIAS. | | | | | | | | | | |
| <p>La materia de Mecánica Estadística Avanzada contribuye a las competencias de la siguiente manera:</p> <p>C1. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos y principios fundamentales tanto en la Física Clásica como en la Física Moderna.</p> <p>C2. Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, principios y teorías físicas.</p> <p>M5. Plantear, analizar y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos.</p> <p>M6. Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias.</p> <p>M9. Desarrollar argumentaciones válidas en el ámbito de la Física, identificando hipótesis y conclusiones.</p> <p>M10. Sintetizar soluciones particulares, extendiéndolas hacia principios, leyes o teorías más generales.</p> <p>M11. Percibir las analogías entre situaciones aparentemente diversas, utilizando soluciones conocidas en la resolución de problemas nuevos.</p> | | | | | | | | | | |

PRESENTACIÓN DE LA MATERIA

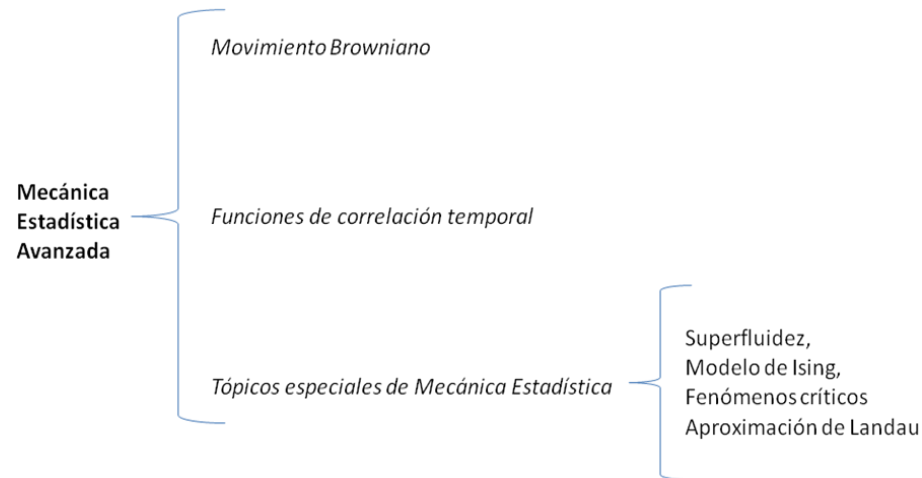


Figura 1: Diagrama a bloques de la red de conocimientos de la materia Mecánica Estadística Avanzada

La Mecánica Estadística es el área de la Física que se encarga de entender las propiedades macroscópicas de los sistemas formados por muchas partículas mediante las leyes microscópicas que rigen el comportamiento de éstas. Existen tópicos de interés dentro de la Mecánica Estadística que usualmente no se llegan a cubrir en un solo curso, por lo que el curso de Mecánica Estadística Avanzada permite profundizar en aquellos temas que son relevantes en la formación del estudiante interesado en el área profesional de Mecánica Estadística. Los temas de particular interés son el movimiento Browniano, el formalismo de funciones de correlación y los fenómenos críticos. Estos tópicos permitirán al alumno de la Licenciatura en Física extender su estudio y entendimiento de los sistemas macroscópicos desde una visión molecular. Para lograr lo anterior, el curso se ha dividido en los siguientes temas:

- 1. *Movimiento Browniano:*** Aplicación de los conceptos y leyes de la Mecánica Clásica para el formalismo de Langevin. Se estudiarán las propiedades de la ecuación de Langevin y se discutirán los resultados más importantes, como el desplazamiento cuadrático medio de una partícula libre. Se discutirá brevemente el formalismo de Fokker-Planck.
- 2. *Funciones de correlación temporal:*** Introducción del concepto de correlación. El formalismo de funciones de correlación temporal es sumamente importante en la Mecánica Estadística ya que permite expresar propiedades de transporte, como la difusión, la conductividad o la viscosidad, en términos de expresiones integrales de dichas funciones. Además, estas funciones son las observables que usualmente se miden en experimentos de dispersión de ondas (luz, rayos X, neutrones, etc), por lo que permiten hacer la conexión entre la descripción molecular de la materia y las propiedades macroscópicas de ésta.
- 3. *Tópicos especiales en Mecánica Estadística:*** Estudio de diferentes fenómenos y modelos de interés en Mecánica Estadística: superfluidez, modelo de Ising, aproximación de campo medio de Landau.

Las unidades temáticas se representan esquemáticamente en el diagrama de bloques de la Figura 1. En este diagrama, cada bloque es una unidad temática.

La metodología de enseñanza que se sugiere, para un mejor desarrollo de las competencias que se deben adquirir, es la siguiente:

- En las clases de teoría se desarrollarán los contenidos del programa, revisando y/o introduciendo los elementos conceptuales, leyes y teorías, proporcionando un esquema integrador de la disciplina y contemplando el nivel microscópico y su interrelación con el nivel macroscópico a través de la Mecánica Estadística y la Termodinámica.
- En las clases de problemas se resolverán ejercicios y problemas adecuados al contenido y nivel de las clases de teoría.

Se debe estimular la participación activa de los estudiantes en su desarrollo.

RELACIÓN CON OTRAS MATERIAS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Para facilitar el aprendizaje de esta materia, se recomienda cursar las materias: Química; Fluidos, Ondas y Calor; Probabilidad y Estadística; Mecánica Analítica; Mecánica Cuántica; Electromagnetismo; Termodinámica y Mecánica Estadística.

| | | | |
|--|----------------------|---|---------------------------------|
| NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO: | Movimiento Browniano | TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA: | 8 horas (4 teoría y 4 práctica) |
|--|----------------------|---|---------------------------------|

| COMPETENCIAS A DESARROLLAR | SABERES | | EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO | | |
|---|---|---|---|--|--|
| | CONOCIMIENTOS | HABILIDADES | ACTITUDES | DIRECTA | POR PRODUCTO |
| <ul style="list-style-type: none"> • Analizar las leyes de movimiento de una partícula en un medio viscoso. • Definir y comprender el concepto de fuerza estocástica. • Derivar, analizar y comprender la ecuación de Fokker-Planck. | (a) Ecuación de Langevin (b) Ecuación de Fokker-Planck | <ul style="list-style-type: none"> • Estimar magnitudes de acuerdo a la dinámica de una partícula en un medio viscoso. • Usar la terminología y estructura del lenguaje propio de la física estocástica. • Analizar la información de los conceptos fundamentales de la física del movimiento Browniano. • Detectar los elementos esenciales de un fenómeno de carácter estocástico. • Desarrollar una perspectiva racional del mundo en que vive. | <ul style="list-style-type: none"> • La valoración de la explicación científica de los fenómenos naturales. • El desarrollo de una perspectiva racional del mundo en que se vive. • El fortalecimiento de correctos hábitos de estudio y análisis. | <ul style="list-style-type: none"> • Participación en clase. • Ejercicios en pizarrón. | <ul style="list-style-type: none"> • Tareas |

| | | | |
|--|-----------------------------------|---|----------------------------------|
| NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO: | Funciones de correlación temporal | TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA: | 14 horas (8 teoría y 6 práctica) |
|--|-----------------------------------|---|----------------------------------|

| COMPETENCIAS A DESARROLLAR | SABERES | | | EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO | |
|----------------------------|---------------|-------------|-----------|-------------------------|--------------|
| | CONOCIMIENTOS | HABILIDADES | ACTITUDES | DIRECTA | POR PRODUCTO |

| | | | | | |
|---|--|--|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Definir y comprender el concepto de correlación. Analizar y comprender la dispersión de ondas (luz, neutrones, etc) debido a su interacción con la materia. Entender la relación entre las funciones de correlación y los fenómenos de transporte. Definir y comprender el concepto de función de memoria. | <ul style="list-style-type: none"> (a) Absorción de radiación (b) Teoría clásica de dispersión de luz (c) Dispersión Raman (d) Relajación dieléctrica (e) Formalismo de las funciones de correlación temporal (f) Derivación de fórmulas básicas a partir de la ecuación de Liouville. (g) Expresiones y aplicaciones de la función de correlación temporal para los coeficientes de transporte térmicos (h) Dispersión inelástica de neutrones (i) Dispersión de luz láser (j) Función de memoria (k) Derivación de coeficientes de transporte | <ul style="list-style-type: none"> Usar la terminología y estructura del lenguaje propio de las funciones de correlación temporal y los fenómenos de transporte. Analizar la información de los conceptos de función de correlación y función de memoria. El desarrollo de una perspectiva racional del mundo en el que vive. Establecer la conexión entre una perspectiva microscópica de la Naturaleza y las mediciones experimentales de las observables macroscópicas. | <ul style="list-style-type: none"> La valoración de la relación entre observables macroscópicas y variables microscópicas. La organización de equipos de trabajo. El fortalecimiento de correctos hábitos de estudio y análisis. | <ul style="list-style-type: none"> Participación en clase Ejercicios en pizarrón | <ul style="list-style-type: none"> Tareas Examen |
|---|--|--|---|--|--|

| | | | |
|--|--|---|------------------------------------|
| NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO: | Tópicos especiales en Mecánica Estadística | TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA: | 42 horas (22 teoría y 20 práctica) |
|--|--|---|------------------------------------|

| COMPETENCIAS A DESARROLLAR | SABERES | | | EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO | |
|---|--|---|---|--|---|
| | CONOCIMIENTOS | HABILIDADES | ACTITUDES | DIRECTA | POR PRODUCTO |
| <ul style="list-style-type: none"> Aplicar los conceptos y métodos de la Mecánica Estadística para entender las propiedades físicas de las transiciones de fase y de los fenómenos críticos. | <ul style="list-style-type: none"> Superfluidez <ul style="list-style-type: none"> a) Helio líquido b) Modelo de dos fluidos de Tisza c) Condensado de Bose-Einstein d) Teoría de Landau e) Velocidad del superfluido f) Flujo del superfluido g) Función de onda del fonón. h) Gas de bosones diluido. | <ul style="list-style-type: none"> Usar la terminología y estructura del lenguaje propio de las transiciones de fase y fenómenos críticos. Analizar la información de los conceptos adquiridos y de los | <ul style="list-style-type: none"> La valoración de la explicación científica de los fenómenos y modelos moleculares de la materia. Desarrollo de una perspectiva molecular de la materia. El desarrollo de una perspectiva racional | <ul style="list-style-type: none"> Participación individual en clase. Ejercicios en pizarrón Participación grupal mediante exposiciones en clase. | <ul style="list-style-type: none"> Tareas Se recomienda al menos 2 exámenes |

| | | | | | |
|---|---|--|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Analizar y comprender el fenómeno de superfluidez. • Analizar las características y comprender la importancia del modelo de Ising. • Entender y aplicar el concepto de teoría de campo medio para el estudio de transiciones de fase. | <ul style="list-style-type: none"> • Modelo de Ising <ul style="list-style-type: none"> a) Definición del modelo de Ising b) Equivalencia del modelo de Ising a otros modelos. c) Magnetización espontánea. d) Aproximación Bragg-Williams e) Aproximación Bethe-Peierls f) Modelo de Ising en 1D g) Modelo de Ising en 2D: solución de Onsager • Fenómenos críticos <ul style="list-style-type: none"> a) Parámetro de orden b) Función de correlación y el teorema de fluctuación disipación. c) Exponentes críticos. d) Hipótesis de escalamiento. e) Invariancia de escala f) Importancia de la dimensionalidad • Aproximación de Landau <ul style="list-style-type: none"> a) Energía libre de Landau b) Digresión matemática c) Derivación de modelos simples d) Teoría de campo medio e) Ecuación de estado de van der Waals f) Punto crítico g) Modelo Gaussiano h) Criterio de Ginzburg i) Dimensiones anómalas | <p>fenómenos y modelos estudiados: superfluidez, modelo de Ising, fenómenos críticos y teorías de campo medio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo de una perspectiva racional del mundo en el que vive. | <p>del mundo en que se vive.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La organización de equipos de trabajo. • El fortalecimiento de correctos hábitos de estudio y análisis. | | |
|---|---|--|---|--|--|

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE (Sugeridas)

- Elaboración de un cuaderno de tareas, individual
- Exposición de algunos tópicos especiales
- Asistencia a seminarios de la DCI

RECURSOS Y MATERIALES DIDÁCTICOS (Sugeridos)

- **Recursos didácticos:** Pizarrón, proyector de acetatos, computadora, cañón, bibliografía, red
- **Materiales didácticos:** Acetatos, plumones para acetatos, cuaderno de problemas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

EVALUACIÓN: Será continua y permanente y se llevará a cabo en dos momentos:

Formativa: Participación en clase, tareas y participación grupal.

Sumaria: exámenes escritos, entrega de tareas, autoevaluación, co-evaluación.

El ejercicio de autoevaluación tendrá el 5% de la ponderación individual, debido a que su finalidad es para retroalimentar el proceso formativo y ético del alumno.

PONDERACIÓN (SUGERIDA):

- Tareas 30%
- Autoevaluación 5%
- Exámenes 65%

FUENTES DE INFORMACIÓN

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Statistical Mechanics, D. A. McQuarrie, HarperCollins Publishers
2. Statistical Mechanics, K. Huang, John Wiley & Sons Inc
3. Thermodynamics and Statistical Mechanics, W. Greiner, Springer-Verlag New York
4. Mecánica Estadística, L. García-Colín

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

Statistical Physics, Third Edition, Part 1: Volume 5 de L D Landau and E.M. Lifshitz. Pergamon Press.
Statistical Mechanics, R. K. Pathria. Butterworth-Heinemann

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN:

- Base de datos en Internet: diversas universidades en el mundo tienen páginas electrónicas dedicadas a esta materia. Notas de clase, recopilación.