

# MECÁNICA ESTADÍSTICA (FIS-370)

Docente: Marcelo Ramírez

Gestión: I/2020

**OBJETIVOS GENERALES:** La presente asignatura pretende:

- Comprender las propiedades macroscópicas de la materia en términos de la dinámica microscópica de las partículas o campos que componen la misma.
- Establecer con claridad el por qué del estudio de la Mecánica Estadística y su formalismo básico tanto desde el punto de vista clásico como cuántico.
- Dar las bases del estudio de las propiedades térmicas de sistemas desde un punto de vista microscópico utilizando conceptos estadísticos y dinámicos en contraposición a la fenomenología termodinámica.
- Establecer claramente el nexo entre la Termodinámica y la Mecánica Estadística así como la equivalencia de los conjuntos estadísticos.
- Complementar la conexión entre Termodinámica y Mecánica Estadística viendo la equivalencia de la ecuación de estado en el caso del gas ideal y en el límite clásico.
- Cubrir los aspectos más importantes concernientes a la Mecánica Estadística del Equilibrio tanto desde una perspectiva clásica como cuántica, estudiando sistemas tales como el gas de Boltzmann, el gas de bosones y el gas de fermiones.
- Abordar de forma básica el estudio de sistemas no ideales, utilizando para ello elementos teóricos tales como el modelo de Ising y la teoría del campo medio.
- Introducir los conceptos de base de la Mecánica Estadística del no equilibrio.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** Un adecuado avance de la materia por parte del docente complementada con el seguimiento sistemático de los estudiantes permitirá que los mismos puedan:

- Cimentar conceptos provenientes de la Termodinámica tales como temperatura, calor, entropía, potenciales termodinámicos y los principios de esta ciencia.
- Valorar el concepto de constructivismo en la Mecánica Estadística.
- Identificar los estados de la materia conocidos al presente y tener una noción clara de la estructuración de la materia en el equilibrio y fuera de él.
- Comprender la importancia de la Mecánica Estadística en la Física contemporánea.
- Distinguir los alcances de la Mecánica Estadística del Equilibrio y tener una noción de cómo enfocar el estudio de la Mecánica Estadística del No Equilibrio.
- Familiarizarse con el concepto y los alcances de los conjuntos estadísticos clásicos y cuánticos.
- Comprender la importancia del formalismo de la segunda cuantización en Mecánica Estadística Cuántica.
- Tener en claro el origen del concepto de función de partición.
- Comprender y utilizar las ecuaciones de Liouville y de von Neumann.
- Establecer claramente las diferencias entre magnitudes térmicas y mecánicas.
- Diferenciar claramente los diferentes conjuntos estadísticos: microcanónico, canónico, gran canónico e isóbaro-isotérmico.
- Interpretar el concepto de límite termodinámico y su pertinencia en la definición de entropía.
- Resolver problemas ligados a sistemas considerados como gases ideales no relativistas: gas de Boltzmann, gas de fermiones y gas de bosones.
- Comparar gases ideales y no ideales estableciendo modelos simples para estos últimos.
- Introducirse de manera natural y sencilla al estudio de transiciones de fase mediante la utilización del modelo de Ising.
- Poseer conceptos intuitivos ligados a sistemas ligeramente fuera del equilibrio.

- Destacar el rol de los coeficientes de transporte tanto desde una visión fenomenológica como teórica.
- Tener en mente las potenciales aplicaciones de la Mecánica Estadística sobre todo en lo referido a Física de Sistemas Complejos.
- Desarrollar actitudes de investigación que les permitan ver la importancia del rigor científico.

## **PROGRAMA ANALÍTICO**

### **Capítulo I INTRODUCCIÓN**

Conceptos básicos. Mecánica Clásica y Mecánica Cuántica. Estados y estructuración de la materia. Estados y magnitudes dinámicas.

### **Capítulo II FORMALISMO GENERAL DE LA FÍSICA ESTADÍSTICA**

Generalidades. Conjuntos clásicos: ecuación de Liouville. Conjuntos cuánticos: la ecuación de von Neumann.

### **Capítulo III CONJUNTOS DE EQUILIBRIO Y TERMODINÁMICA**

Soluciones en el equilibrio de la ecuación de Liouville. Conjuntos microcanónico, canónico, gran canónico e isóbaro-isotérmico. Conexión entre Mecánica Estadística y Termodinámica. Equivalencia de los conjuntos de equilibrio. Fluctuaciones. Límite termodinámico. Concepto de entropía.

### **Capítulo IV SISTEMAS IDEALES EN EL EQUILIBRIO**

Gas de Boltzmann. Sistemas ideales de bosones y fermiones. Sistemas ideales de fermiones y bosones degenerados. Sistemas no ideales: ecuación de van der Waals.

### **Capítulo V SISTEMAS NO IDEALES Y TRANSICIONES DE FASE**

Sistemas magnéticos ideales. Paramagnetismo. Teoría del campo medio. Ferromagnetismo. Transiciones de fase. Modelo de Ising.

### **EVALUACIÓN:**

- 2 Exámenes parciales 25% c/u .....50%
- Examen final.....35%
- Seminario.....15%

### **HORARIOS:**

Lunes y Miércoles 10:00 – 12:00 (Auditorio Complejo Astrofísico)  
Viernes 10:00 – 12:00 (sala audiovisual 1) (\*).

(\*). Este horario se tomará en caso de recuperación de clases.

**PLANIFICACIÓN:** Las actividades están planificadas de acuerdo al siguiente cronograma:

- Primer parcial.....lunes 13 de abril.
- Segundo parcial.....miércoles 3 de junio.
- Seminario (+).....lunes 8 de junio.
- Recuperatorio (\*).....miércoles 10 de junio.
- Examen final.....miércoles 17 de junio.

- Entrega de notas.....viernes 19 de junio.

(\*) El recuperatorio reemplaza la nota de uno de los parciales y es de toda la materia avanzada.

(+) El seminario será de temas de actualidad de Mecánica Estadística y/o complementarios al curso y debe ser presentado en forma escrita y defendido oralmente (de preferencia en idioma inglés).

### CRONOGRAMA DE AVANCE DE MATERIA

Mes/Capítulo	1	2	3	4	5
Febrero					
Marzo					
Abril					
Mayo					
Junio					

### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad/Mes	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Inicio de gestión	5				
Meeting on Collective Animal Behaviour		16-27			
Primer parcial			13		
Segundo parcial					3
Seminario					8
Recuperatorio					10
Examen final					17
Entrega de notas					19

### BIBLIOGRAFÍA:

- *Fundamentos de física estadística y térmica* .F. Reif. McGraw-Hill.
- *Introducción a la termodinámica, teoría cinética de los gases y mecánica estadística*. F. W. Sears. Reverté.
- *Física molecular*. A. N. Matvéev. Mir.
- *A modern course in statistical physics*. L. E. Reichl. John Wiley & Sons.
- *Statistical mechanics*. K. Huang. John Wiley & Sons.
- *Curso de física teórica. Física estadística, parte I*. L. Landau & E.M. Lifshitz. Reverté.
- *Artículos de revistas tales como Physical Review Letters, Physica A, Journal of Statistical Physics, etc.*