

PROGRAMA MECÁNICA ESTADÍSTICA.

Primer semestre 2025.

A) Información general:

- **Nombre del curso:** Mecánica Estadística. **Sigla:** FFME04
- **Período lectivo:** Semestral. **Modalidad:** Presencial **Jornada:** Diurna.
- **Docencia directa semanal:** **Horas cronológicas:** 4,5 **Horas docentes:** 6
- **Docencia indirecta semanal:** **Horas cronológicas:** 10,5
- **Profesor Encargado:** Gustavo Lara

B) Descriptor:

Asignatura obligatoria que describe el comportamiento macroscópico de sistemas compuestos por un número estadísticamente significativo de partículas físicamente equivalentes y mutuamente en interacción. Contribuye al desarrollo de la competencia:

Capacidad para evaluar las bases científicas que fundamentan la Física y sus aplicaciones tecnológicas.

C) Resultados de Aprendizaje:

- a) Aplicar los fundamentos de la física estadística de equilibrio para sistemas clásicos
- b) Aplicar los fundamentos de la física estadística de equilibrio para sistemas cuánticos
- c) Analizar y aplicar estos fundamentos a sistemas ideales (sistemas sin interacción).
- d) Analizar y aplicar algunos casos representativos de sistemas con interacciones.
- e) Desarrollar elementos básicos de teoría cinética y de procesos estocásticos.
- f) Conocer y utilizar el grupo de renormalización.

D) Contenidos:

Complejidad y Entropía. Termodinámica. Transiciones de fase. Ensamble Canónico. Ensamble Gran Canónico. Movimiento Browniano. Ecuación de Focke-Planck. Hidrodinámica. Coeficientes de transporte. Transiciones de fase fuera del equilibrio.

E) Modalidad de evaluación:

Se utilizarán tres instrumentos para la evaluación: Pruebas escritas (25 %), Exposiciones orales (25 %), Tareas (50 %).

- Aproximadamente 10 tareas. La nota de Tareas, N_T , es el promedio simple de todas ellas.
- Aproximadamente 3 exposiciones orales. La nota de Exposiciones, N_E , es el promedio simple de todas ellas, siempre que cada una de ellas tenga una evaluación igual o mayor que 4,0. Si una exposición tiene una nota menor que 4,0, esa será la nota final del curso.
- Tres pruebas escritas. La nota de Pruebas, N_P , es el promedio simple de todas ellas.

Si todas las exposiciones tienen nota mayor o igual a 4,0, la nota final será:

$$N_F = 0,50 * N_T + 0,25 * N_E + 0,25 * N_P.$$

F) Bibliografía

- i) **Básica:** Linda E. Reichl. **A Modern Course in Statistical Physics.** 4th Edition. Wiley, 2016.
- ii) **Complementaria:**

1. David Chandler. **Introduction to modern statistical mechanics**. Oxford University Press, Oxford, 1987.
2. R. K. Pathria, Paul D. Beale, **Statistical Mechanics**. 3th Edition. Butterworth-Heinemann, 2011.
3. Herbert B. Callen. **Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics**. 2th Edition. John Wiley & Sons, 1985.
4. Kerson Huang. **Statistical Mechanics**. 2th Edition. John Wiley & Sons, 1987.
5. Franz Schwabl. **Statistical Mechanics**. 2th Edition. Springer, 2006.
6. Carrington G., **Basic thermodynamics**, Oxford University Press, 1994.
7. Hill T. L., **Statistical mechanics**, Dover, 1981.
8. Kadanoff L. P., **Statistical physics**, World Scientific, Singapore, 2000.
9. McQuarrie D. A., **Statistical mechanics**, Harper and Row, New York, 1976.
10. Morandi G., **Statistical mechanics**, World Scientific, Oxford, 1995.
11. R. Feynman, **Statistical Mechanics**, Taylor and Francys Group LLC 1998.

CALENDARIO PROPUESTO

Fechas		Temas del texto guía para ver por semana	pp.
1 07-13 abr	07	Introducción al curso. Complejidad y Entropía: Conteo de estados microscópicos. Probabilidad, Multiplicidad y entropía de estados físicos macroscópicos.	01-11
	09	Multiplicidad y entropía en un sistema de espines. Tensión entrópica en un polímero. Multiplicidad y entropía: en un sólido de Einstein. Multiplicidad y entropía en un gas ideal.	12-22
	11	Problemas	23-26
2 14-20 abr	14	Termodinámica: Conservación de la energía. Entropía	27-33
	16	Sobre diferenciales exactos. La tercera ley. Ecuación fundamental. Potenciales termodinámicos. Energía interna, Entalpía, ENTREGA TAREA 1	34-41
	18	Feriado	
3 21-27 abr	21	Energía libre de Helmholtz, Energía libre de Gibbs, Gran Potencial. Funciones respuesta: Térmicas, Mecánicas. Estabilidad del Estado de Equilibrio. Condiciones para equilibrio local en un sistema PVT. Condiciones para estabilidad local en un sistema PVT.	42-55
	23	Implicaciones de los requerimientos de estabilidad. Correlaciones entre fluctuaciones. Enfriamiento y licuefacción de gases. Coefficiente de Joule-Thomson.	56-60 61-62
	25	Problemas	
4 28 abr 04 may	28	Coefficiente de Joule-Thomson para gas de van der Waals. Presión osmótica en soluciones diluidas. Termodinámica de las Reacciones Químicas. Enlaces covalentes a enlaces iónicos. Reacciones como colisión inelástica. Grado de avance de una reacción. Afinidad química. ENTREGA TAREA 2	64-66 67-68 68-68 69-69
	30	Reacciones considerando 4 gases ideales. Calor de reacción: reacciones exotérmicas y endotérmicas.	70-71 71-72

	02	Feriado	
5 05-11 may	05	Termodinámica de electrolitos. Baterías y ecuación de Nernst Potencial celular y ecuación de Nernst Termodinámica de las Transiciones de Fase: Coexistencia de fases: Regla de Gibbs	74-75 75-77 77-78 87-88 88-89
	07	Clasificación de las transiciones, Sistemas PVT clásicos puros. Diagramas de fase. Curvas de coexistencia: Ecuación de Clausius-Clapeyron. Región de coexistencia Líquido-Vapor.	89-91 91-94 95-96
	09	Problemas ENTREGA TAREA 3	
6 12-18 may	12	Región de coexistencia Líquido-Vapor. Regla de la palanca. Ley de los estados correspondientes. Funciones respuesta en la región de coexistencia. La ecuación de van der Waals, EXPOSICIÓN 1:	95-97 97-99 100-102
	14	Máquinas de vapor – El ciclo Rankine Mezclas binarias. Condiciones de equilibrio. Helio líquido: He4, He3, mezclas He4-He3. Superconductores. Teoría de Ginzburg-Landau: Transiciones continuas, Transiciones de primer orden, Aplicaciones. Exponentes críticos: Definición, para sistemas PVT puros, para el punto de Curie, para Teorías de campo medio. Mecánica Estadística de Ensamble Canónico: Operador densidad, Fluctuaciones de la energía. Gas ideal semiclásico de partículas indistinguibles: } Relación spin-estadística.	102-105 105-108 108-114 124-129 135-136 137-138 139-139 2 lám.
	16	Problemas	
7 19-25 may	19	Aproximaciones para la Función de partición. Extrapolación: ecuación de Sackur-Tetrode. Grados de libertad internos. Ejemplos. Distribución de Maxwell-Boltzmann. Fluidos clásicos interactuantes. Correlaciones de densidad, Función de distribución radial, Correlaciones de densidad de magnetización. ENTREGA TAREA 4	139-142 1 lám. 1 lám. 9 lám. 143-144 145-145 146-147 148-148
	21	Feriado	
	23	Sólido de Debye: Capacidad calorífica. Transición de orden-desorden en redes de espin. Solución exacta de red unidimensional. Problemas	149-152 153-153 154-155
8 27-31 may	27	Teoría de campo medio para red d-dimensional. Funciones de correlación espacial. Solución exacta para red bidimensional de Ising Escalamiento. Funciones homogéneas. Escalamiento de Widom.	156-158 159-159 160-161 162-162 163-165
	30	Escalamiento de Kadanoff. Cálculo microscópico de Exponentes Críticos. Teoría general. Aplicación a una red triangular.	166-168 169-171 172-174

		El modelo S4.	175-176
	31	Problemas ENTREGA TAREA 5	
02-08 jun		SEMANA DE SALUD MENTAL	
9 09-15 jun	09	Mecánica Estadística de Ensamble Gran Canónico: Fluctuaciones del número de partículas. Gas ideal clásico. Adsorción isotérmica. Expansión virial para fluido clásico interactuante.	183-196
	11	Radiación de cuerpo negro. Gases ideales cuánticos. Gas ideal de Bose-Einstein. Condensación de Bose-Einstein. Observación experimental.	197-209
	13	Problemas	
10 16-22 jun	16	Teoría de campo medio de Bogoliubov. A bajas temperaturas Gas ideal de Fermi-Dirac.	210-219
	18	Susceptibilidad magnética de un gas ideal de Fermi. Paramagnetismo. Diamagnetismo. Condensación en fluido de Fermi interactuante. Entropía y capacidad calorífica de un gas de bogolones. ENTREGA TAREA 6	220-230
	20	Feriado	
11 23-29 jun	23	Movimiento Browniano y Fluctuación-Disipación Movimiento Browniano. Ecuación de Langevin. Función correlación y Densidad espectral. Ecuación de Focker-Planck: Flujo de probabilidad en el espacio de fase. Flujo de probabilidad para partícula browniana.	235-244
	25	El límite de roce fuerte. Dinámica de las fluctuaciones del equilibrio. Regresión de fluctuaciones. Teorema de Wiener-Khintchine.	245-249 250-254
	27	EXPOSICIÓN 2	
12 30 jun 06 jul	30	Teoría de respuesta lineal. La matriz respuesta. Causalidad. El teorema de fluctuación-disipación. Potencia absorbida.	255-263
	02	Teoría microscópica de respuesta lineal. Operador densidad perturbado por campo externo. Conductancia eléctrica. Potencia absorbida. Ruido térmico en la corriente electrónica. ENTREGA TAREA 7	264-272
	04	Problemas	
13 07-13 jul	07	Hidrodinámica Ecuaciones hidrodinámicas de Navier-Stokes. Ecuaciones de balances. Fuentes de entropía y corriente de entropía Coeficientes de transporte.	277-277 278-278 278-282 283-286 287-288
	09	Ecuaciones hidrodinámicas linealizadas. Linealización. Modos transversales y longitudinales Función de correlación dinámica y densidad espectral.	289-289 289-292 293-295 296-296
	11	Problemas	

14 14-20 jul	14	Dispersión de la luz (scattering). Campo eléctrico dispersado. Intensidad de la luz dispersada. Fricción sobre una partícula browniana. Movimiento browniano con memoria. ENTREGA TAREA 8	297-298 299-300 301-302 303-306 307-310
	16	Feriado	
	18	Hidrodinámica de mezclas binarias. Producción de entropía en mezclas binarias. Ley de Fick para difusión. Difusión térmica. Problemas	311-317
15 21-27 jul	21	Termoeléctricidad. El efecto Peltier. El efecto Seebeck. Calentamiento de Thomson. Hidrodinámica de superfluidos. Ecuaciones. Modos acústicos.	318-321 322-328
	23	Coefficientes de Transporte. Teoría de transporte elemental. Transporte de propiedades moleculares. La tasa de reacción. La ecuación de Boltzmann. Derivación.	333-333 334-337 338-338 339-340 341-342
	25	Problemas ENTREGA TAREA 9	
16 28 jul 03 ago	28	Ecuación de Boltzmann linealizada para mezclas. Ecuaciones cinéticas para un gas con dos componentes. Operadores de colisión. Coeficiente de autodifusión. Derivación. Frecuencias propias de la ecuación de Lorentz-Boltzmann. Coeficientes de viscosidad y conductividad térmica. Derivación de las ecuaciones hidrodinámicas.	343-343 344-345 346-347 348-348 349-350 351-351 351-354
	30	Frecuencias propias de la ecuación de Boltzmann. Viscosidad y conductividad térmica. Cálculo de Coeficientes de Transporte. Polinomios de Sonine (Laguerre). Coeficiente de difusión. Conductividad térmica. Viscosidad. Más allá de la ecuación de Boltzmann.	355-357 358-358 359-359 359-359 360-360 361-362 363-364 365-365
	01	Fin de Clases	
17 04-10 ago	04	Transiciones de fase fuera del equilibrio: Criterio de estabilidad cerca del equilibrio. Sistemas con reacciones químicas. El bruselador. Condiciones de contorno. Análisis de estabilidad. ENTREGA TAREA 10	369-369 370-371 372-372 373-376
	06	Cristales químicos. La inestabilidad de Rayleigh-Bénard. Ecuaciones hidrodinámicas y condiciones de contorno Análisis de estabilidad lineal. EXPOSICIÓN 3:	377-377 378-378 379-381 382-384
	08		
18			