

# Mecánica Estadística

## CONTENIDOS MÍNIMOS:

Densidad de estado. Postulado de igual probabilidad a priori. Gas perfecto. Temperatura. Presión. Potencial químico. Entropía, definición y paradoja de Gibbs. Postulado sobre la igualdad entre el valor medio temporal y el valor medio estadístico. Conjunto microcanónico. Conjunto canónico, función de partición. Cambio adiabático, conexiones con la termodinámica. Conjunto macrocanónico, gran función de partición. Relación entre los conjuntos canónico y macrocanónico. Estadísticas cuánticas, gas perfecto, número de ocupación. Estadísticas del fotón, de Bose-Einstein y de Fermi Dirac. Límite clásico. Estadística de Maxwell - Boltzmann. Radiación electromagnética del cuerpo negro. Sólidos, calor específico electrónico, calor específico vibracional, aproximaciones de Einstein y de Debye. Condensación de Bose - Einstein. Moléculas diatómicas, aproximación de Born - Oppenheimer, calor específico del orto - hidrógeno y del para - hidrógeno. Gases diluídos, distribución de velocidades de Maxwell. Paramagnetismo. Transición de fase. Ferromagnética, exponentes críticos, aproximación del campo molecular de Weiss, fluctuaciones, universalidad de los fenómenos críticos. Introducción al grupo de renormalización en el espacio real.

## PROGRAMA ANALÍTICO:

### UNIDAD 1. FUNDAMENTOS DE LA MECANICA ESTADISTICA

Introducción: "Mundo" microscópico y macroscópico, estados microscópicos y macroscópicos, límite termodinámico, variables extensivas e intensivas. Densidad de estados, definición. Postulado de igualdad probabilidad a priori. Densidad de estados de una partícula libre en una caja de lado  $L$ . Densidad de estados de un gas perfecto. Temperatura, definición, temperatura del gas perfecto, temperatura de un sistema de espines, temperatura negativa. Presión, definición, presión de un gas contenido en un cilindro móvil. Entropía, definición: paradoja de Gibbs, corrección a la densidad de estados de un gas perfecto.

### UNIDAD 2. CONJUNTOS ESTADÍSTICOS

Matriz, densidad, definición, valores medios. Teorema de Liouville cuántico. Conjunto microcanónico, postulados de la ME: postulado de la igualdad de probabilidad a priori, postulado de las fases aleatorias, postulado sobre la igualdad entre el valor medio temporal y el valor medio estadístico. Conjunto canónico, función de partición. Cambio adiabático, conexiones con la termodinámica, entropía, presión, relación entre la entropía, la función de partición y la energía media, energía libre de Helmholtz, sistemas con energía media especificada, relación entre el conjunto microcanónico y el conjunto canónico. Conjunto macrocanónico, gran función de partición, relación entre los conjuntos canónico y macrocanónico.

### UNIDAD 3. ESTADISTICAS CUANTICAS

Gas ideal o perfecto de fermiones. Gran función de partición y número de ocupación. Estadísticas de fotón, de Bose-Einstein y de Fermi-Dirac. Partículas distinguibles. Estadística de Maxwell-Boltzmann. Límite clásico, estadística cuántica en el límite clásico.

## UNIDAD 4. APLICACIONES

4.1. Fotones: Distribución de Planck. Radiación electromagnética del cuerpo negro. Ley de Stefan - Boltzmann.

4.2. Calor específico de los sólidos: a) Calor específico electrónico. electrones de conducción en metales, esfera de Fermi, calor específico electrónico. b) Calor específico vibracional. Tratamiento clásico. Vibraciones, modos normales, fonones, densidad de modos normales. Expresión general para el calor específico, límite de altas temperaturas. Aproximación de Einstein. Aproximación de Debye. Comparación con los resultados experimentales, justificación en la aproximación de Debye.

4.3. Gas ideal de Bosones: Condensación de Bose - Einstein, temperatura crítica, volumen crítico, calor específico. Comentario sobre sistemas reales.

4.4. Sistemas gaseosos. Moléculas monoatómicas. Moléculas diatómicas, aproximación de Born - Oppenheimer. Calor específico vibracional, calor específico rotacional, calor específico núcleo-rotacional. Calor específico del orto-hidrógeno y del para-hidrógeno.

4.5. Teoría cinética de gases diluídos: Distribución de velocidades de Maxwell, presión, efusión .

4.6. Ferromagnetismo: Paramagnetismo. Energía de intercambio. Modelos ferromagnéticos (Heisenberg, rotador plano, Ising). Transición de fase ferromagnética. Exponentes críticos. Aproximación del campo molecular de Weiss. Comentarios sobre las fluctuaciones, al comportamiento de la función de correlación y la universalidad de los fenómenos críticos. Introducción al grupo de renormalización en el espacio real, transformación de diezmado para el modelo de Ising en una dimensión, transformación de renormalización para el modelo de Ising generalizado en  $d$  dimensiones, superficie crítica, punto crítico, coordenadas normales, relevantes e irrelevantes, universalidad.

## BIBLIOGRAFIA:

Statistical Mechanics. R.K. Pathria. International Series in Natural Philosophy, volume 46. Pergamon Press.

Statistical Physics. I. M. Teraoka, R. Kubo y N. Saito. Solid State Sciences 30. Springer-Verlag.

Fundamentos de Física estadística y térmica. F.Reif. Mc-Graw - Hill Book Company

Statistical Mechanics. Kerson Huang. John Wiley and Sons (second edition. ) 1987

Statistical Physics. F. Mandl. John Wiley and Sons. (second edition 1988)

Elementary Statistical Physics. Reif. Berkeley Physics Course. Vol. 5

Statistical Mechanics. An advanced course with problems and solutions. R. Kubo.

Introduction to Statistical Mechanics. G.S. Rushbrooke. Oxford at the Clarendon Press.

Introduction to Phase Transition and Critical Phenomena. H.E. Stanley. Oxford University Press.

Problemas físicos con muchas escalas de longitud. K.G. Wilson. Investigación y ciencia (edición española de Scientific American)

Grupo de renormalización y modelo de Ising. H. Martin. Tesis Universidad Nacional de La Plata.