

Mecánica Estadística

Programa tentativo - Curso 2019

Prof: R. A. Borzi

1. INTRODUCCIÓN.

Objetivo de la mecánica estadística y su relación con otras disciplinas. Repaso de Mecánica Cuántica; notación de Dirac.

2. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA.

Descripción cuántica de un estado macroscópico: operador densidad. Poblaciones y coherencias. Valores de expectación y evolución temporal. Correlaciones y falta de correlación. Descripción de un subsistema de un sistema compuesto. Descripción clásica de un estado macroscópico como límite del caso cuántico. Densidad de probabilidad; evolución temporal. La entropía estadística como medida de la falta de información sobre un sistema.

3. SISTEMAS EN EQUILIBRIO.

Medidas. Ensamble de Gibbs, ergodicidad y equilibrio. Principio de máxima entropía estadística. Distribución de Boltzmann-Gibbs y principio variacional. Función de partición. Promedios, desviaciones, correlaciones y entropía. Conjuntos microcanónico, canónico y gran canónico. Aplicaciones. *Caso discreto*: paramagnetismo de Brillouin y de Langevin. Sistemas de dos niveles. Temperaturas negativas. *Caso clásico*: gas ideal y sistemas de osciladores armónicos clásicos. El teorema de equipartición de la energía. Equilibrio frente al intercambio de partículas: adsorción sobre una superficie.

4. CONTACTO CON LA TERMODINÁMICA.

Identificación de T , U , Q y W . Interpretación estadística de las Leyes de la Termodinámica. Identificación de la entropía estadística con la entropía termodinámica. Ejemplo: demagnetización adiabática. Fluctuaciones. Equivalencia entre ensambles en el límite termodinámico.

5. GAS IDEAL CLÁSICO

Validez del modelo. Estudio de un sistema clásico de partículas puntuales sin interacción. Función de partición en conjuntos canónicos y propiedades macroscópicas. Distribución de Maxwell-Boltzmann y funciones de distribución reducidas. Aplicación a efusión. Distribuciones con un campo externo constante. Mezcla de gases ideales.

6. GASES CON ESTRUCTURA INTERNA

Estudio de un sistema clásico de partículas sin interacción con grados de libertad internos. Función de partición interna. Moléculas monoatómicas. Aproximación de Born-Oppenheimer. Moléculas diatómicas: grados de libertad asociados al centro de masa, rotación y vibración. El caso del hidrógeno (indistinguibilidad cuántica). Moléculas poliatómicas.

7. GASES CUÁNTICOS

Estudio de un sistema cuántico de partículas idénticas no interactuantes. Simetría de las funciones de onda e indistinguibilidad. Principio de Pauli. Números de ocupación. Función de partición. Factores de ocupación. Potencial químico en el límite de bajas temperaturas. Densidad de estados. Límite clásico.

8. FERMIONES LIBRES

Termodinámica de un gas ideal de fermiones. Estadística de Fermi Dirac. Gas de electrones en un metal. Capacidad calorífica. Paramagnetismo de Pauli. Estabilidad de enanas blancas.

9. BOSONES LIBRES

Termodinámica de un gas ideal de bosones. Estadística de Bose-Einstein. Condensación de Bose como una transición de fase de primer orden. Coexistencia y parámetro de orden. Efecto de grados de libertad internos de las partículas. Radiación del cuerpo negro (fotones); aplicación a la radiación de fondo. Vibraciones de red (fonones).

10. INTRODUCCIÓN A SISTEMAS INTERACTUANTES

Partículas indistinguibles: introducción a líquidos cuánticos. Diagrama de fases para ^3He y ^4He . ^3He como líquido de Fermi; interacciones y masa efectiva. Condensación de Bose en ^4He . *Sistemas de partículas distinguibles*: ferromagnetismo y modelo de campo medio. Campo molecular de Weiss y método variacional aplicado al modelo de Ising. Ley de Curie-Weiss, noción de exponentes críticos. Campo medio aplicado a un gas clásico imperfecto. Ecuación de van der Waals y transición líquido-gas.

Bibliografía

1. Roger BALIAN
From Microphysics to Macrophysics
Methods and Applications of Statistical Physics
Volume I & II
Springer, 2007
doi: 10.1007/978-3-540-45475-5 y ...-45480-9
2. R.K. PATHRIA
Statistical Mechanics, 2^{da} edición.
Elsevier, 1996
3. Kerson HUANG
Statistical Mechanics, 2^{da} edición,
John Wiley, 1987
4. JAMES BINNEY
The Theory of Critical Phenomena.
Clarendon Press, 1992

5. Herbert CALLEN
Thermodynamics (2^{da} edición)
John Wiley, 1985