

# 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  $^3\text{He}$  y  $^4\text{He}$ .  $^3\text{He}$  como líquido de Fermi; interacciones y masa efectiva. Condensación de Bose en  $^4\text{He}$ . *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<sup>da</sup> edición.  
Elsevier, 1996
3. Kerson HUANG  
Statistical Mechanics, 2<sup>da</sup> edición,  
John Wiley, 1987
4. JAMES BINNEY  
The Theory of Critical Phenomena.  
Clarendon Press, 1992

5. Herbert CALLEN  
Thermodynamics (2<sup>da</sup> edición)  
John Wiley, 1985