

# FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA

## Octavo Semestre 2021

Jorge Alejandro Rodriguez Aldana

27 de julio de 2021



# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. ¿Qué es la materia condensada?

- Fases condensadas: aparecen cuando los sistemas físicos están formados por un número grande de elementos que interactúan fuertemente.
- Fases condensadas bastante conocidas: sólidos, líquidos.
- Otras fases condensadas: superconductores, superfluidos, ferromagnetos, antiferromagnetos, condensados Bose-Einstein.
- Otras mesofases: cristales líquidos, membranas autoensambladas, geles, coloides, cristales, vidrios, etc.

Categorías de la física:

- Teórico
- Experimental
- Fenomenológica
- Computacional

#### 1.1.1. De la física del estado sólido a la física de la materia condensada

- La física del estado sólido en los 30 (siglo XX):
  - Cristalografía por Rayos X
  - Difracción de electrones
  - M cuántica + M estadística

#### 1.1.2. Tipos de fuerzas

- Van der Waals
- Interacción electromagnética

- Interacción de intercambio
- Potencial de London
- Potencial de Lenard-Jones

## 1.2. ¿Qué estudia la materia condensada?

Se vale de muchos métodos para estudiar la materia.

- Mecánica estadística
  - Modelo de campo medio
  - Movimiento Browniano
  - Dinámica molecular
- Mecánica cuántica
  - Modelo de Hubbard (1963-1966)

$$\hat{H} = -t \sum_{\langle i,j \rangle \sigma} (C_{i\sigma}^\dagger C_{j\sigma} + C_{j\sigma}^\dagger C_{i\sigma}) + U \sum_i n_{i\uparrow} n_{i\downarrow}$$

Donde:

- $C_{i\sigma}^\dagger$ : Operador bosónico de creación de partículas de espín  $\sigma$  en la posición  $i$ .
- $C_{j\sigma}$ : Operador bosónico de aniquilación de partículas de espín  $\sigma$  en la posición  $j$ .
- $n_i$ : Operador número en la posición  $i$ .

Un mol es  $6.022E23$ .

### 1.2.1. Objetivo de la materia condensada

- El objetivo de la Física de la materia condensada es el entendimiento de las propiedades de grandes conjuntos de átomos y moléculas en términos de las interacciones entre ellas.
- Propiedades macroscópicas
  - Temperatura
  - Presión
  - Volumen
  - Energía de enlace
  - Opacidad
- De lo más notable de la física de la materia condensada, es el poder explicar la fenomenología de un sistema que surge de un Hamiltoniano relativamente simple.

### 1.2.2. Hitos de la física de la materia condensada

- Efecto fotoeléctrico (Einstein, 1905)
- Capacidad Calorífica (Einstein, 1907)
- Ferromagnetismo (Weiss, 1907)
- Licuefacción de He @ 4.1K (Kemerling Onnes, 1908)
- Superconductividad (Kamerling Onnes, 1911)
- Difracción de Rayos X (Von Laue, 1912)
- Cuantización de las vibraciones de una red cristalina (Max Born, 1912)
- Corrección de la aproximación de la capacidad calorífica (Debye, 1912)
- Ecuación de Schrodinger (Schrodinger, 1926)
- Principio de exclusión de Pauli (Pauli, 1926)
- Aproximación Born-Oppenheimer (1927) Desacoplan dinámicas de núcleos y electrones.
- Descripción cuántica del modelo de electrones libres (Sommerfeld, 1928)

### 1.2.3. Materia Blanda y Materia Sólida

Orden (desorden) estadístico:

$$\text{Entropía}$$

$$S = -k \log \omega$$

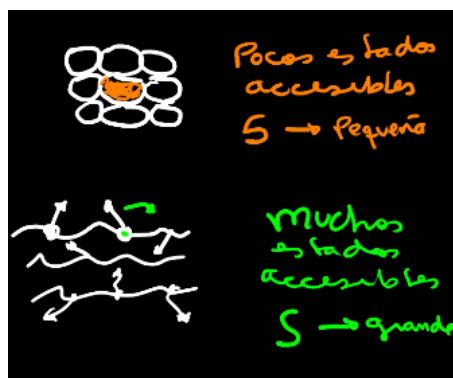


Figura 1.1: Sólidos ordenados, líquidos desordenados

Tres categorías:

1. Orden de largo alcance

2. Orden de corto alcance

3. Desorden

Materia blanda:

- Escalas de longitud: Desde escalas atómicas a escalas macroscópicas.
- Fluctuaciones
- Autoreorganización