

# Física de muchos cuerpos / Mecánica cuántica de muchas partículas

Segundo cuatrimestre 2020 (virtual)

Docente Pablo I. Tamborenea

## Cronograma de las clases teóricas

**Clase 1 - Martes 01/09/20** – Repaso de partículas idénticas: producto tensorial de espacios de Hilbert, operadores de permutación y transposición, simetrizador y antisimetrizador, postulado de simetrización. Construcción de estados de bosones y fermiones. Normalización. Determinantes de Slater. Ejemplos.

**Clase 2 - Viernes 04/09/20** – Números de ocupación. Estados de Fock o “de número de ocupación” (number states). Espacio de Fock. Operador de creación de partículas: Bosones y Fermiones. Operador de destrucción : bosones y fermiones. Operador número de ocupación. Relaciones de conmutación y anticonmutación.

**Clase 3 - Martes 08/09/20** – Ejercicio de partículas idénticas. Nuevo repaso de partículas idénticas y repaso de segunda cuantización basados en el libro de Gross et al.

**Clase 4 - Viernes 11/09/20** – Cambio de base. Cambio de base: chequeo relaciones de conmutación. Operadores en segunda cuantización. Operadores de una partícula. Operadores de dos partículas. Operador de campo. Operador de campo: aplicaciones importantes.

**Clase 5 - Martes 15/09/20** – Repaso detallado: Operadores de campo. Sistema fundamental: el gas de electrones. Jellium model. Términos semiclásicos del Hamiltoniano. Energía cinética en segunda cuantización. Término de interacción. Cancelación del término  $q=0$ . Adimensionalización y comparación de la energía cinética con la potencial. Límite de alta densidad.

**Clase 6 - Viernes 18/09/20** – Repaso: gas de electrones, Jellium model. Término de energía cinética. Interacción Coulombiana. Términos directo y de intercambio. Análisis de los resultados. Límite de baja densidad: cristal de Wigner.

**Clase 7 - Martes 29/09/20** – Representaciones o *pictures*. Picture de Schrödinger, de Heisenberg y de interacción. Función de Green causal u ordenada temporalmente, en spin-posición, spin-momento, y general.

**Clase 8 – Viernes 02/10/20** – Propiedades de la función de Green. Hamiltoniano independiente del tiempo (invariancia temporal). Hamiltoniano con invariancia traslacional. Ejemplo: fermiones libres y no interactuantes. Definición de otras funciones de Green: retardada, mayor y menor.

**Clase 9 – Martes 06/10/20** – Relación de la función de Green con observables físicos. Valor esperado de operador de partícula única en el estado fundamental. Casos de una base general y de la base spin-posición. Ejemplos. Energía del estado fundamental.

**Clase 10 – Viernes 09/10/20** – Repaso: energía cinética del gas de electrones libres. Repaso de las condiciones periódicas de contorno y discretización del  $k$ . Energía del estado fundamental a partir de la función de Green.

**Clase 11 – Martes 13/10/20** – Demostración de la forma de operadores de una partícula en segunda cuantización. El espectro de excitación del sistema: Representación de Lehmann

**Clase 12 – Viernes 16/10/20** – El espectro de excitación del sistema: Representación de Lehmann. Funciones espectrales. Relación de dispersión. Propagadores anómalos.

**Clase 13 – Martes 20/10/20** – Estructura analítica de la función de Green, relación de dispersión. Función de Green y matriz densidad. Picture de Interacción.

**Clase 14 – Viernes 23/10/20** – Serie de Dyson en picture de interacción. Funciones de correlación. Fluctuaciones del operador densidad. Propagador de polarización.

**Clase 15 – Martes 27/10/20** – Charla de Alberto Camjayi sobre Materia Cuántica.

**Clase 16 – Viernes 30/10/20** – Repaso de Correlación entre observables y Propagador de polarización. Encendido adiabático de la interacción. Teorema de Gell-Mann y Low. Evolución adiabática y control cuántico.

**Clase 17 – Martes 03/11/20** – Función de Green de 2 y n partículas. Ecuación de evolución de la función de Green. Aplicación del teorema de Gell-Mann y Low: desarrollo en serie de la función de Green.

**Clase 18 – Viernes 06/11/20** – Partículas, huecos, vacío. Orden normal de operadores. Pairing de operadores. Teorema de Wick con productos de operadores.

**Clase 19 – Martes 10/11/20** – Contracciones. Teorema de Wick para productos ordenados temporalmente.

**Clase 20 – Viernes 13/11/20** – Teoría de perturbaciones para la función de Green. Diagramas de Feynman.

**Clase 21 – Martes 17/11/20** – Diagramas de vacío. Propagador con tiempos iguales. Más reglas de Feynman. Diagramas n=2. Ejemplos.

**Clase 22 – Viernes 20/11/20** – Diagramas conectados y desconectados. Degeneraciones. Autoenergía. Ecuación de Dyson para la función de Green.

**Clase 23 – Viernes 27/11/20** – Ejemplo: diagramas de primer orden de G. Análisis diagramático de  $G(k,w)$ .

**Clase 24 – Martes 01/12/20** – Relación entre M y  $G_2$ . Ecuación de Dyson con invariancia traslacional y temporal. Tratamiento diagramático de la aproximación de Hartree-Fock.

**Clase 25 – Viernes 04/12/20** – Breves comentarios sobre: i) Aproximación de Hartree-Fock, ii) El concepto de quasi-partícula, iii) Teoría de respuesta lineal. Balance del curso.