

# Física Teórica 2

## Primer Cuatrimestre 2014

Juan Pablo Paz

*Departamento de Física “Juan José Giambiagi”, FCEyN, UBA,  
Pabellón 1, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.*

**Clase 1 (MARTES 18-3):** Introducción. Estados y propiedades: vectores y operadores: ¿Por qué?. Stern Gerlach. Spin  $\frac{1}{2}$ . Polarización de la luz. Analogías. Tres bases no sesgadas para spin  $\frac{1}{2}$ . Espacio complejo. ¿Qué interpretación tiene la dimensión de espacio? Analogía entre Stern Gerlach e interferómetros de Mach Zehnder con fotones individuales polarizados (duración: 3 horas).  
PRACTICA: no hay.

**Clase 2: (JUEVES 20-3)** Continuación. Vectores, operadores. Operadores para un sistema de dos niveles. Matrices de Pauli. La medición como filtrado. Enunciación de postulados 1 a 4. Dimensión del espacio de estados. ¿Cómo calcular probabilidades? El uso de las matrices de Pauli (para construir proyectores, etc.). Matemática. Espacios de Hilbert. Producto interno. Bases ortonormales. Funcionales. Bras y kets. Notación de Dirac. (Duración: 3 horas)  
PRACTICA: no hay.

**Clase 3: (MARTES 25-3)** Matemática. Operadores lineales, matrices. La magia de la notación de Dirac. Representación de la identidad. Cambios de bases. Operadores hermíticos, unitarios, proyectores. Descomposición espectral (dimensión finita). Operadores compatibles. Conmutadores. Traza. Conjuntos completos de observables que conmutan. Descomposición en valores singulares (SVD).  
PRACTICA: TP1 Sistemas de dos niveles

**Clase 4: (JUEVES 27-3)** Espacios de estados de dimensión infinita. Continuo. Distribuciones.

Operador posición y momento. Relación de conmutación canónica.  
PRACTICA: TP1 Dos niveles. TP2 Formalismo (discreto).

**Clase 5: (MARTES 1-4)** Postulados 1 a 4: rediscusión. Regla de Born con proyectores y traza. Operador densidad. Cálculo general de probabilidades para sistemas de spin  $\frac{1}{2}$ . Esfera de Bloch. Principio de indeterminación (relaciones de Heisenberg). ¿Qué significan? Demistificación... Complementariedad. Sistemas compuestos. Producto tensorial de espacios. Estados de un sistema compuesto. Entrelazamiento. Descomposición de Schmidt.  
PRACTICA: TP2 Formalismo (continuo).

**Clase 6: (JUEVES 3-4)** Sistemas compuestos: dos spines. El spin total. Base de Bell. El CCOC de Bell. Estado de las partes. Traza parcial. Usar la descomposición del estado en base de Paulis!!. Ignorancia y correlaciones. Algunas propiedades de las correlaciones cuánticas en sistemas compuestos.  
PRACTICA: TP3 Postulados.

**Clase 7 (MARTES 8-4)** Representación de las transformaciones de un sistema en el espacio de Hilbert. Traslaciones, rotaciones, evolución temporal. Ejemplos: rotaciones para  $s=1/2$  y  $s=1$ .  
PRACTICA: TP4 Sistemas compuestos.

**Clase 8 (JUEVES 10-4):** Evolución temporal. Operador de evolución. Forma general. Ecuación de Schrödinger. ¿Cómo se resuelve? Representación de Heisenberg. Su utilidad. Representación de interacción. Hamiltonianos dependientes del tiempo. Ejemplo: RMN resuelto exactamente... Evolución de valores medios. Eherenfest.  
PRACTICA: TP4 Sistemas compuestos.

**Clase 9 (MARTES 15-4).** El oscilador armónico. Operadores de creación y destrucción. Espectro. Autofunciones. Evolución. Estados coherentes Propiedades. Operadores de desplazamiento.  
PRACTICA: TP5 Transformaciones. Traslaciones y rotaciones.

## FERIADO SEMANA SANTA

**Clase 10 (MARTES 22-4):** Cuantización del campo electromagnético. El campo como un conjunto de osciladores. Campo en una cavidad. Fotones. Relación con el oscilador armónico. Estados coherentes. Algo sobre óptica lineal. Divisores de haz, phase shifters. Mach-Zehnder. Interferencia de dos fotones.  
PRACTICA: TP6 Dinámica

**Clase 11 (JUEVES 24-4):** Electrodinámica cuántica en cavidades. Un átomo de dos niveles en interacción con un modo del campo electromagnético. El modelo de Jaynes-Cummings. Interacción resonante y no resonante. Oscilaciones de Rabi. Primera evidencia directa de la cuantización del campo electromagnético (Haroche). Entrelazamiento entre átomo y campo electromagnético (decaimiento reversible!).  
PRACTICA: TP6 Dinámica

**Clase 12 (MARTES 29-4):** Interacción no resonante entre un átomo y el campo electromagnético. ¿Cómo detectar un fotón sin absorberlo? Más sobre sistemas compuestos. ¿Cómo preparar y detectar estados de Bell?.  
PRACTICA: TP7 Oscilador armónico

## FERIADO PUENTE 1 DE MAYO

**Clase 13 (MARTES 6-5):** Teletransportación. Cómo teletransportar el estado de un átomo? De la ciencia ficción al laboratorio: un ejemplo real(ista).  
PRACTICA: TP8 Átomos interactuando con fotones.

**Clase 14 (JUEVES 8-5):** Alternativas a la mecánica cuántica? Mecánica cuántica vs realismo local. El azar no proviene de nuestra ignorancia. Desigualdades de Bell.  
PRACTICA: TP8 Átomos y fotones en cavidades

FIN DE TEMAS PARA EL PRIMER PARCIAL.

**Clase 15 (MARTES 13-5):** Información cuántica. Evolución temporal controlada. Qué es y que podría hacer una computadora cuántica?  
PRACTICA: REPASO.

**Clase 16 (JUEVES 15-5):** Algoritmos cuánticos sencillos.  
PRACTICA: CONSULTAS.

## Clase 17 (MARTES 20-5): PARCIAL 1

**Clase 18 (JUEVES 22-5):** Rotaciones. Generadores. Momento angular entero y semientero. Repaso de spin  $\frac{1}{2}$  y spin 1. Momento angular orbital. Armónicos esféricos.  
PRACTICA: TP9 Información cuántica.

**Clase 19 (MARTES 27-5):** Suma de momentos angulares. Coeficientes de Clebsch-Gordan. Relaciones de recurrencia. Propiedades.  
PRACTICA: TP10 Repaso átomo de H. Momento angular orbital.

**Clase 20 (JUEVES 29-5):** Operadores vectoriales y tensoriales (cartesianos y esféricos). Propiedades. Reglas de selección.  
PRACTICA: TP11 Suma de momentos angulares.

**Clase 21 (MARTES 3-6):** Paridad. Teoría de perturbaciones independientes del tiempo. Casos no degenerado y degenerado.  
PRACTICA: TP 11: Tensores esféricos, algo de Wigner Eckart y reglas de selección.

**Clase 22 (JUEVES 5-6):** Estructura fina e hiperfina del átomo de hidrógeno (y alcalinos). Ejemplos. Átomos de Rydberg.  
PRACTICA: TP 12: Simetrías.

**Clase 23 (MARTES 10-6):** Estructura fina e hiperfina (continuación).  
PRACTICA: TP 13: Perturbaciones no degeneradas. (Zeeman?). Estructura fina.

**Clase 24 (JUEVES 12-6):** Teoría de perturbaciones dependientes del tiempo. Recordar RMN. Serie de Dyson. Solución perturbativa. Regla de oro de Fermi. Balance detallado, transiciones al continuo.

PRACTICA: TP13 Estructura fina.  
Perturbaciones degeneradas.

**Clase 25 (MARTES 17-6):** Partículas idénticas.  
Bosones, fermiones.

PRACTICA: TP14 Perturbaciones dependientes  
del tiempo.

**Clase 26 (JUEVES 19-6):** Partículas idénticas.  
Interacción de intercambio.

PRACTICA: TP15 Partículas idénticas.

**Clase 27 (MARTES 24-6):** El problema de la  
medición. Medición como interacción.

PRACTICA: TP15 Partículas idénticas.

**Clase 28 (MARTES 24-6):** La Integral de  
Feynmann. Ejemplos (efecto Aharonov-Bohm).

PRACTICA: REPASO.

**Clase 29 (JUEVES 26-6):** Sistemas cuánticos  
abiertos. Representación de Kraus y ecuaciones  
maestras. El oscilador amortiguado.

PRACTICA: REPASO.

**Clase 30 (MARTES 1-7):** REPASO.

PRACTICA: CONSULTAS.

**Clase 31 (JUEVES 3-7): PARCIAL 2**

**Clase 32 (JUEVES 10-7):**

**RECUPERATORIO PARCIAL 1**

**Clase 33 (JUEVES 17-7):**

**RECUPERATORIO PARCIAL 2**