

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
Departamento de Física

CARRERAS: Doctorado en Ciencias Físicas  
CÓDIGO DE CARRERA:  
CUATRIMESTRE: Segundo, AÑO: 2018  
MATERIA: **Temas avanzados de mecánica cuántica**  
PUNTOS PARA DOCTORADO: 5  
CARÁCTER DE LA MATERIA:  
DURACIÓN: Cuatrimestral  
HORAS DE CLASE SEMANAL:  
    Teóricas: 4 horas  
    Problemas: 4 horas  
CARGA HORARIA TOTAL: 128 horas  
ASIGNATURAS CORRELATIVAS:  
FORMA DE EVALUACIÓN: Dos parciales y Examen final  
DOCENTE: Pablo I. Tamborenea

## **PROGRAMA DE LA MATERIA**

### **Capítulo 1 - Segunda cuantificación de fermiones y bosones**

Espacio de Fock. Segunda cuantificación. Aplicación a sistemas con potenciales de partícula única. Dinámica del ensemble de sistemas de dos niveles. Ecuaciones de Bloch. Oscilaciones de Rabi. Ecuaciones de Bloch ópticas. Aproximación dinámica de campo medio: ecuaciones de Bloch de semiconductores. Dominios temporal y de frecuencia: decoherencia, dephasing, y ancho de línea.

### **Capítulo 2 – Partícula cargada en un campo magnético**

Repaso de la teoría clásica. Versión cuántica. Movimiento en un campo magnético estático y uniforme. Efecto Aharonov-Bohm. Efecto Zeeman. Efecto Hall cuántico entero.

### **Capítulo 3 - Potenciales electromagnéticos en el formalismo Hamiltoniano**

Repaso de invariancia de gauge en mecánica clásica. Ecuaciones de Newton y formalismo Hamiltoniano. Cantidades físicas y no-físicas. Invariancia de gauge en mecánica cuántica. Reglas de cuantización. Transformación unitaria del vector de estado. Invariancia de forma de la ecuación de Schrödinger. Invariancia de las predicciones físicas bajo una transformación de gauge.

### **Capítulo 4 - Aspectos de dinámica y control cuánticos**

Hamiltoniano con dependencia temporal lenta. Aproximación adiabática. Fase de Berry. Transiciones de Landau-Zener. Control cuántico por navegación en el espectro. Interferometría de Landau-Zener-Stückelberg.

### **Capítulo 5 - Átomo de dos niveles en una cavidad electromagnética con un modo**

Cuantización de un modo del campo electromagnético. Acoplamiento del campo con el átomo. Interacción del átomo con una cavidad vacía. Interacción de un átomo con un estado cuasi-clásico. Número grande de fotones: Damping y Revivals.

### **Capítulo 6 - El propagador en mecánica cuántica**

Propagador para la ecuación de Schrödinger. Propagador entre posiciones expresado en la base de autoestados de H. El propagador como función de Green de la ecuación de Schrödinger. El propagador en la base autoestados de H y el dominio frecuencia; interpretación de sus polos. Propagador para tiempos cortos.

### **Capítulo 7 - El propagador en el formalismo de integral de camino**

Discretización del tiempo de evolución en el operador de evolución y en el propagador. El propagador expresado como integral de camino de Feynman. Receta de la integral de camino y su interpretación cualitativa. Importancia de la trayectoria clásica; aproximación del propagador de partícula libre usando la trayectoria clásica. Potenciales de la forma  $V=a+bx+cx^2+d \frac{dx}{dt}+ex \frac{dx}{dt}$ . Diferentes tipos de integral de camino: en el espacio de fase.

### **Capítulo 8 - El teorema de Bell y sus consecuencias**

Paradoja de Einstein, Podolsky y Rosen. Correlaciones de espín. Desigualdad de Bell. Correlaciones de la polarización. Implicancias del teorema de Bell.

## **Bibliografía**

*Quantum Mechanics*, Leslie Ballentine (World Scientific, 1998).

*The Quantum Mechanics Solver: How to Apply Quantum Theory to Modern Physics*, Second Edition, Jean-Louis Basdevant, Jean Dalibard (Springer, 2006).

*Quantum Mechanics*, Volumes 1 and 2, Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu, Franck Laloë (John Wiley & Sons, 1977).

*Mécanique quantique - Tome III : Fermions, bosons, photons, corrélations et intrication*. Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu, Franck Laloë (CNRS Éditions, 2017).

*Quantum Theory of the Optical Properties of Semiconductors*, Hartmut Haug and Stephan W. Koch (World Scientific, 1993).

*Quantum Optics*, Marlan O. Scully and M. Suhail Zubairy (Cambridge University Press, 1997).

*Principles of Quantum Mechanics*, Second Edition, Ramamurti Shankar (Plenum Press, 1994).

*Quantum Field Theory of Many-Body Systems*, Xiao-Gang Wen (Oxford University Press, 2004).