



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2021-00255127- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Complementos de Física Moderna	<b>AÑO:</b> 2021
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 1° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La fundamentación de esta materia es la necesidad de que los graduados de la Licenciatura en Astronomía cuenten con los contenidos básicos de Mecánica Cuántica y Relatividad General. Los principales objetivos de la asignatura son la incorporación de conocimientos teóricos sobre los aspectos cuánticos de la materia y la radiación, y efectos relativistas tales como lentes gravitacionales y cosmología.

#### CONTENIDO

##### **Introducción a la mecánica cuántica**

Luz y materia: teoría ondulatoria vs. teoría corpuscular. Ondas y partículas en la mecánica clásica. Leyes de Kirchhoff. Radiación de cuerpo negro. Efecto Compton. Experimento de Young con luz y con partículas. Ondas materiales o de de Broglie. Descomposición espectral. Estado de una partícula y funciones de onda. Ecuación de Schrödinger.

##### **Matemática de la mecánica cuántica**

Espacios de Hilbert. Notación de Dirac. Operadores lineales. Operadores hermíticos. El problema de autovalores de operadores hermíticos. Diagonalización simultánea de operadores hermíticos. Observables y Conjunto Completo de Observables Conmutantes. Funciones de operadores. Generalización a bases continuas. Operadores posición y momento.

##### **Postulados de la Mecánica Cuántica**

Los postulados. Discusión de los postulados cinemáticos. Valor de expectación. Incerteza. Compatibilidad de observables. Postulado dinámico: ecuación de Schrödinger. Hamiltonianos independientes del tiempo. Límite clásico. Evolución de los valores de expectación.

##### **Oscilador armónico**

El oscilador armónico clásico. El oscilador armónico cuántico. El oscilador armónico en la base energía. Pasaje a la base coordenada.

##### **Algunas simetrías y sus consecuencias**

Invariancia traslacional. Traslaciones infinitesimales. El operador momento como generador de traslaciones. Traslaciones finitas. Traslación temporal.

##### **Momento angular**

Momento angular orbital. El momento angular como generador de rotaciones. Momento angular generalizado. El problema de autovalores. Solución a los problemas rotacionalmente invariantes.

##### **El átomo de Hidrógeno**

Solución a la ecuación radial en el potencial de Coulomb. Niveles de energía del átomo de Hidrógeno. Funciones de onda. Degeneración.

##### **Spin 1/2**

Naturaleza del spin. Cinemática del spin. Espacio de Hilbert del electrón. Matrices de Pauli. Dinámica del spin. Momento magnético orbital y de spin. Efecto Zeeman. Experimento de

EX-2021-00255127- -UNC-ME#FAMAF

Stern-Gerlach.

### **Relatividad Especial**

Sistemas inerciales y el principio de relatividad. Transformaciones de Lorentz. Geometría de Minkowski. Intervalos. Conos de luz. Contracción en longitud y dilatación temporal. Elemento de línea de Minkowski. Línea mundo y tiempo propio. Efecto Doppler.

### **Variedades**

Variedades. Coordenadas. Transformación de coordenadas. Geometría de Riemann. Coordenadas cartesianas locales. Espacios tangentes. Variedades pseudo-Riemann. Campos vectoriales. Vector tangente a una curva. Vectores base. Subiendo y bajando índices. Derivada de los vectores base y conexión afín. Coordenadas geodésicas. Derivada covariante. Transporte paralelo. Curvas nulas, no nulas y parámetros afines. Geodésicas. Procedimiento Lagrangiano para las geodésicas. Campos tensoriales.

### **Principio de equivalencia y curvatura**

Principio de equivalencia. La gravedad como curvatura del espacio-tiempo. Campo débil y límite Newtoniano. Curvatura intrínseca de una variedad. Tensor de Riemann. Curvatura y transporte paralelo. Curvatura y aceleración de las geodésicas.

### **Ecuaciones de campo de Einstein**

Tensor energía-momento. Tensor energía-momento de un fluido perfecto. Conservación de la energía. Ecuaciones de Einstein. Forma alternativa de las ecuaciones de campo. Ecuaciones de campo en el vacío. Constante cosmológica.

### **Geometría de Schwarzschild**

Métrica de Schwarzschild. Redshift gravitacional. Geodésicas. Trayectorias de partículas materiales y de fotones. Singularidades.

### **Geometría de Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker**

Isotropía y homogeneidad. Coordenadas sincrónicas comóviles. Métrica FLRW. Corrimiento al rojo cosmológico. Distancias. Ecuaciones de campo cosmológicas. Ecuaciones de movimiento del fluido. Componentes del fluido. Relación entre el tiempo y el corrimiento al rojo. Algunas soluciones analíticas. Modelos de Friedmann. Modelo de De Sitter. Modelo estático de Einstein. Nuestro Universo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Principles of quantum mechanics, 2nd edition.

Autor: R. Shankar.

Editorial: Springer.

Año: 1994

General Relativity, an introduction for physicists.

Autores: Hobson, Efstathiou & Lasenby

Editorial: Cambridge University Press

Año: 2006.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Dos evaluaciones parciales.

-Examen final

"2021- AÑO DE HOMENAJE AL PREMIO NOBEL DE MEDICINA DR. CÉSAR MILSTEIN".



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

---

EX-2021-00255127- -UNC-ME#FAMAF

**REGULARIDAD**

Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.