



A) NOMBRE DE CADA CURSO O ACTIVIDAD CURRICULAR

**MECÁNICA CUÁNTICA II (OPTATIVA)**

B) DATOS BÁSICOS DEL CURSO

Semestre	Horas de teoría por semana	Horas de práctica por semana	Horas trabajo adicional estudiante	Créditos
7 u 8	5	0	5	10

C) OBJETIVOS DEL CURSO

<b>Objetivos generales</b>	Introducir al estudiante a la mecánica cuántica a través del formalismo de operadores. Ver que el estado cuántico de un sistema queda completamente especificado cuando se conoce el conjunto completo de operadores que conmutan entre ellos y conmutan con el Hamiltoniano. Mostrar que las propiedades del Hamiltoniano generan el conjunto completo de operadores.	
<b>Objetivos específicos</b>	<b>Unidades</b>	<b>Objetivo específico</b>
	1. Estructura general de la mecánica ondulatoria	En esta unidad se presentan los conceptos básicos de la mecánica cuántica. Se pretende que el estudiante comprenda la ecuación de eigenvalores y se empiece a familiarizar con las reglas de conmutación entre operadores.
	2. Método de operadores en mecánica cuántica	Se muestra al estudiante la solución del problema del oscilador armónico con el método de operadores. Se presentan los alcances de estos métodos y se discute el formalismo de la representación de Schroedinger y la de Heisenberg.
	3. Sistema de N partículas	Describir la ecuación de Schroedinger para un sistema de N partículas. Encontrar su solución general. Mostrar que para Hamiltonianos invariantes ante traslaciones el impulso total se conserva, y si el Hamiltoniano es simétrico el operador de intercambio conmuta con el Hamiltoniano y esto da lugar a que las funciones de onda deben de tener paridad definida.
	4. Ecuación de Schrödinger en tres dimensiones	Generalizar los conceptos y resultados que se obtienen en una dimensión, al caso de tres dimensiones. Mostrar que la invarianza ante rotaciones del Hamiltoniano permite obtener al momento angular como una constante de movimiento.
	5. Momento angular	Determinar la forma explícita del operador momento angular. Con ayuda de los operadores de subida y de bajada encontrar las eigenfunciones así como los eigenvalores para los operadores $L^2$ y $L_z$ .
6. La ecuación Radial	Encontrar las formas asintótica de la ecuación de radial ( $r = 0$ y $r = \infty$ ). Se muestra la solución radial para los problemas; Partícula libre, partícula en un pozo cuadrado y potencial coulombiano. Se presenta el primer modelo cuántico para el átomo de hidrógeno.	



7. Operadores, matrices y spin	Se presenta la representación matricial de la mecánica cuántica aplicando la teoría al problema del oscilador armónico. Se ve la representación del operador momento angular y se verifican sus reglas de conmutación. Se introduce las funciones que describen el estado de spin de un sistema (spinors).
8. Suma de momento angular	Se muestra la manera de cómo se suman los momentos angulares así como la suma spin órbita. Se ve la conveniencia de agregar el efecto angular en los estados cuánticos.
9. Teoría de perturbaciones independientes del tiempo	Se hace un desarrollo en serie de potencias del Hamiltoniano con el potencial perturbativo y se determinan los diferentes órdenes de corrección. Como una aplicación del método se discute el efecto Stark.
10. Átomo de hidrógeno	Se presenta la ecuación de Schrodinger para el átomo de hidrógeno con la corrección relativista, se incorpora la interacción spin órbita y se muestra el desdoblamiento de estados que dan lugar a la estructura hiperfina
11. El átomo de Helio	Se incorpora el Hamiltoniano la interacción entre dos electrones y se resuelve el sistema a primera aproximación. Se obtiene el primer estado excitado y se obtiene la energía de intercambio. Se analiza el principio variacional de Ritz y se da una aplicación al problema de autorización.
12. Estructura electrónica de los átomos	Se estructura la ecuación de Hartree para un sistema de N electrones. Se discute cualitativamente la estructura electrónica de los átomos y con esto se clasifica la tabla periódica de los elementos.

#### D) CONTENIDOS Y MÉTODOS POR UNIDADES Y TEMAS

5h/semana, 16 semanas: 80 h/semestre

<b>Unidad 1 Estructura general de la mecánica ondulatoria</b>		<b>7 h</b>
<b>Tema 1.1 Eigenvalores y eigenfunciones.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 1.2 Teorema de expansión.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 1.3 Analogía con el espacio vectorial.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 1.4 Operadores lineales.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 1.5 Operadores hermíticos.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 1.6 Adjunto de un operador.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 1.7 Reglas de conmutación.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 1.8 Completez.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 1.9 Degeneración</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 1.10 Conjunto completo de observables que conmutan.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 1.11 Relación de incertidumbre.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 1.12 Límite clásico de la teoría cuántica.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Libros de texto y Artículos de divulgación	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Exposición detallada frente al pizarrón de cada uno de los temas haciendo énfasis del significado físico de cada uno de los conceptos nuevos	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Resolución de problemas tanto por parte del alumno como del maestro	



<b>Unidad 2. Método de operadores en mecánica cuántica</b>		<b>7 h</b>
<b>Tema 2.1 Problemas del oscilador armónico.</b>		<b>2 h</b>
<b>Tema 2.2 Operadores de subida y bajada.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 2.3 Eigenvalores y eigenfunciones.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 2.4 La interpretación de la función de onda.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 2.5 Desarrollo temporal de un sistema en término de operadores.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 2.6 Representación de Schrödinger y la de Heisenberg.</b>		<b>1 h</b>
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Libros de texto y Artículos de divulgación	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Exposición detallada frente al pizarrón de cada uno de los temas haciendo énfasis del significado físico de cada uno de los conceptos nuevos	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Resolución de problemas tanto por parte del alumno como del maestro	

<b>Unidad 3. Sistema de N partículas</b>		<b>7 h</b>
<b>Tema 3.1 La ecuación de Schroedinger para un sistema de N partículas.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 3.2 Conservación del momentum.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 3.3 Separación en coordenadas del centro de masa.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 3.4 Masa reducida.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 3.5 Partículas idénticas.</b>		<b>1h</b>
<b>Tema 3.6 Operador de intercambio.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 3.7 Principio de exclusión de Pauli.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 3.8 Fermiones y Bosones.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 3.9 Energía de Fermi.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Libros de texto y Artículos de divulgación	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Exposición detallada frente al pizarrón de cada uno de los temas haciendo énfasis del significado físico de cada uno de los conceptos nuevos. Experimentos demostrativos de los principios físicos relacionados con esta unidad	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Resolución de problemas tanto por parte del alumno como del maestro	

<b>Unidad 4. Ecuación de Schroedinger en tres dimensiones</b>		<b>7 h</b>
<b>Tema 4.1 Solución de la Ec. de Schroedinger para una caja tridimensional (método clásico).</b>		<b>2 h</b>
<b>Tema 4.2 Separación del centro de masas.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 4.3 Invarianza ante rotaciones.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 4.4 La separación del momento angular.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 4.5 La ecuación radial.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 4.6 Reglas de Hund para los estados base de átomos de muchos electrones.</b>		<b>1 h</b>
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Libros de texto y Artículos de divulgación	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Exposición detallada frente al pizarrón de cada uno de los temas haciendo énfasis del significado físico de cada uno de los conceptos nuevos. Experimentos demostrativos de los principios físicos relacionados con esta unidad	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Resolución de problemas tanto por parte del alumno como del maestro	



<b>Unidad 5. Momento angular</b>		<b>7 h</b>
<b>Tema 5.1 Expresión para L2.</b>		<b>2 h</b>
<b>Tema 5.2 Problemas para eigenvalores para L2 y Lz.</b>		<b>2 h</b>
<b>Tema 5.3 Operadores de subida y bajada L.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 5.4 Funciones de Legendre.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 5.5 Armónicos esféricos</b>		<b>1 h</b>
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Libros de texto y Artículos de divulgación	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Exposición detallada frente al pizarrón de cada uno de los temas haciendo énfasis del significado físico de cada uno de los conceptos nuevos	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Resolución de problemas tanto por parte del alumno como del maestro	

<b>Unidad 6. La ecuación Radial</b>		<b>7 h</b>
<b>Tema 6.1 Solución de la ecuación radial para puntos cercanos al origen.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 6.2 Solución de la ecuación radial para <math>r = \infty</math>.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 6.3 Partícula libre.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 6.4 Funciones esféricas de Bessel.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 6.5 Pozo cuadrado solución discreta.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 6.6 Pozo cuadrado solución continua.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 6.7 Potencial coulombiano.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 6.8 Simplificación de la función radial.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 6.9 Simplificación de la ecuación radial.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 6.10 Números cuánticos.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 6.11 Degeneración.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Tema 6.12 Funciones de onda y órbitas.</b>		<b>0.5 h</b>
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Libros de texto y Artículos de divulgación	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Exposición detallada frente al pizarrón de cada uno de los temas haciendo énfasis del significado físico de cada uno de los conceptos nuevos	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Resolución de problemas tanto por parte del alumno como del maestro	

<b>Unidad 7. Operadores, matrices y spin</b>		<b>7 h</b>
<b>Tema 7.1 Representación matricial para el oscilador armónico.</b>		<b>2 h</b>
<b>Tema 7.2 Representación matricial del momento angular.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 7.3 Matrices para spin 1/2.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 7.4 Espinores.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 7.5 Precesión del spin en un campo magnético.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 7.6 Resonancia paramagnética.</b>		<b>1 h</b>
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Libros de texto y Artículos de divulgación	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Exposición detallada frente al pizarrón de cada uno de los temas haciendo énfasis del significado físico de cada uno de los conceptos nuevos	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Resolución de problemas tanto por parte del alumno como del maestro	



<b>Unidad 8. Suma de momento angular</b>	<b>7 h</b>
<b>Tema 8.1 Adición de los dos spines 1/2.</b>	<b>2 h</b>
<b>Tema 8.2 Eigenfunciones del singlete y del triplete.</b>	<b>2 h</b>
<b>Tema 8.3 Adición spin órbita.</b>	<b>2 h</b>
<b>Tema 8.4 Principio de exclusión y estados de momento angular.</b>	<b>1 h</b>
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Libros de texto y Artículos de divulgación
<b>Métodos de enseñanza</b>	Exposición detallada frente al pizarrón de cada uno de los temas haciendo énfasis del significado físico de cada uno de los conceptos nuevos
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Resolución de problemas tanto por parte del alumno como del maestro

<b>Unidad 9. Teoría de perturbaciones independientes del tiempo</b>	<b>7 h</b>
<b>Tema 9.1 Corrimiento a primer orden en la energía.</b>	<b>1 h</b>
<b>Tema 9.2 Teoría de perturbaciones a segundo orden.</b>	<b>1 h</b>
<b>Tema 9.3 Efecto Stark.</b>	<b>1 h</b>
<b>Tema 9.4 Ausencia de corrimientos para el estado base.</b>	<b>1 h</b>
<b>Tema 9.5 Momento dipolar eléctrico.</b>	<b>1 h</b>
<b>Tema 9.6 Corrimiento a segundo orden.</b>	<b>1 h</b>
<b>Tema 9.7 Efecto lineal de Stark para <math>n=2</math>.</b>	<b>1 h</b>
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Libros de texto y Artículos de divulgación
<b>Métodos de enseñanza</b>	Exposición detallada frente al pizarrón de cada uno de los temas haciendo énfasis del significado físico de cada uno de los conceptos nuevos
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Resolución de problemas tanto por parte del alumno como del maestro

<b>Unidad 10. Átomo de Hidrógeno</b>	<b>5 h</b>
<b>Tema 10.1 Corrección relativista a la masa.</b>	<b>1 h</b>
<b>Tema 10.2 Acoplamiento spin-órbita.</b>	<b>1 h</b>
<b>Tema 10.3 Efecto Zeeman anómalo.</b>	<b>1 h</b>
<b>Tema 10.4 Interacción hiperfina.</b>	<b>2 h</b>
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Libros de texto y Artículos de divulgación
<b>Métodos de enseñanza</b>	Exposición detallada frente al pizarrón de cada uno de los temas haciendo énfasis del significado físico de cada uno de los conceptos nuevos
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Resolución de problemas tanto por parte del alumno como del maestro

<b>Unidad 11. El átomo de Helio</b>	<b>7 h</b>
<b>Tema 11.1 Primera aproximación.</b>	<b>2 h</b>
<b>Tema 11.2 Corrimiento a primer orden debido a la repulsión e - e.</b>	<b>2 h</b>
<b>Tema 11.3 El primer estado excitado.</b>	<b>1 h</b>
<b>Tema 11.4 Energía de intercambio.</b>	<b>1 h</b>
<b>Tema 11.5 Principio variacional de Ritz.</b>	<b>1 h</b>
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Libros de texto y Artículos de divulgación
<b>Métodos de enseñanza</b>	Exposición detallada frente al pizarrón de cada uno de los temas haciendo énfasis del significado físico de cada uno de los conceptos nuevos
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Resolución de problemas tanto por parte del alumno como del maestro



<b>Unidad 12. Estructura electrónica de los átomos</b>		<b>5 h</b>
<b>Tema 12.1 El principio variacional y la ecuación de Hartree.</b>		<b>1 h</b>
<b>Tema 12.2 Tabla periódica.</b>		<b>2 h</b>
<b>Tema 12.3 Discusión cualitativa de la estructura de capas.</b>		<b>2 h</b>
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Libros de texto y Artículos de divulgación	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Exposición detallada frente al pizarrón de cada uno de los temas haciendo énfasis del significado físico de cada uno de los conceptos nuevos	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Resolución de problemas tanto por parte del alumno como del maestro	

#### E) ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Exposición del maestro con apoyo de recursos visuales y audiovisuales
- Tareas previas y posteriores a cada tema
- Análisis de textos científicos y tecnológicos
- Evaluación de conceptos formales en exámenes parciales
- Evaluación de la capacidad de síntesis e integración del conocimiento mediante exámenes parciales

#### F) Evaluación y acreditación

<b>Elaboración y/o presentación</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Abarca</b>	<b>Ponderación</b>
Primer examen parcial	1	Unidades 1, 2 y 3	20%
Segundo examen parcial	1	Unidades 4, 5 y 6	20%
Tercer examen parcial	1	Unidades 7 y 8	20%
Cuarto examen parcial	1	Unidades 9 a 12	20%
Examen ordinario	1	Unidades 1 a 12	20%
TOTAL			100%

#### G) BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS INFORMÁTICOS

##### Textos básicos

1. Quantum Physics, Stephen Gasiorowicz. Editorial John Wiley and Sons.

##### Textos complementarios

1. Fundamentos de la mecánica cuántica, Sidney Borowitz. Editorial Reverté, S. A.
2. Física Cuántica, Robert Eisberg - Robert Resnick. Editorial Limusa