



Facultad Química. Titulación Licenciatura en Física

1-Identificación

1.1. De la asignatura

Nombre de la signatura	Mecanica Cuantica
Código	1N6
Curso / Grupos	4/1
Tipo	Troncal
Créditos LRU	Teóricos 4.5 Prácticos 1.5
Estimación del volumen de trabajo del alumno (ECTS)*	6 ECTS/145 horas
Duración	cuatrimestral (1º)
Idiomas en que se imparte	Castellano

1.2 Del profesorado:

Nombre y Apellidos	Área/ Departamento	Despacho y Facultad dónde se ubica.	Teléfono	Correo electrónico y página web	Horario de atención al alumnado	
EMILIO TORRENT LUJANICA	FÍSICA TEORICA/FISICA	F. QUIM/134	7100	etl@um.es www.um.es/torrente	1º C L-M-X 9-14h	2º C L-M-X 9-14h

2-Presentación

Los objetivos mas importantes de esta asignatura son a) Incorporar el concepto de una estructura fundamental de la materia descrita por leyes que se separan de la visión proporcionada por la Mecánica Clásica valida a escalas macroscopicas.
b) El manejo practico de los conceptos formales introducidos y aprendizaje de las diversas técnicas de cálculo relevantes, en sus diversos grados de aproximación.
c) Con carácter general, la promoción de la actitud y actividad investigadora en el estudiante. Para ello se fomentara la imagen activa del físico como interprete de experimentos relevantes y constructor de modelos, en contraste a la imagen pasiva del mero observador deductivo de la naturaleza.

3-Conocimientos previos

Es recomendable que el alumno tenga una buena base en conocimientos como Análisis Matemático en varias variables, álgebra, mecánica clásica y física cuántica. Es recomendable así mismo que el alumno haya seguido con aprovechamiento la asignatura de Física cuántica de tercero.

4-Competencias

Transversales/Genéricas

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de organización y planificación.
- Comunicación oral y escrita.
- Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio.
- Resolución de problemas..
- Razonamiento crítico.
- Trabajo en equipo.
- Aprendizaje autónomo.

Específicas de la asignatura

- Dominio de los postulados y bases matemáticas de la mecánica cuántica.
- Comprender el significado e importancia de la simetría. El operador momento angular en física cuántica.
- Resolver problemas tridimensionales, en particular los invariantes bajo rotaciones.
- Entender el comportamiento de las partículas idénticas.
- Entender y saber aplicar los distintos métodos de aproximación.
- Entender el problema de las colisiones en Mecánica Cuántica.
- Capacidad de aplicar modelos a la práctica .
- Capacidad de utilizar correctamente la terminología específica y la búsqueda bibliográfica en el contexto de la materia

5-Contenidos

Contenidos por temas:

TEMA 1. EL FORMALISMO Y SU INTERPRETACION.

1. Conceptos fundamentales de la Mecánica Cuántica. Fenomenología Cuántica. Funciones de Onda. Principio de Incertidumbre.
2. Introducción al formalismo matemático de la Mecánica Cuántica. Espacios de Hilbert. Operadores autoadjuntos. Espectro de un operador. Teorema espectral. Ejemplos unidimensionales.
3. Postulados de la Mecánica Cuántica. Espacio de estados. Observables.
4. Propiedades fundamentales. Principios de incertidumbre. Sistema completo de observables compatibles.
5. La medida en Mecánica Cuántica. Medida de espín. Estados puros y estados mezcla. Matriz densidad del sistema.
6. Representaciones matriciales. Transformación de representaciones. Representaciones de Schrödinger y Heisenberg. Otras representaciones.

TEMA 2. EVOLUCION DE SISTEMAS Y OBSERVABLES.

1. Evolución de estados. Precesión de espín. Constantes de movimiento.
2. Evolución de observables. Teoremas de Ehrenfest.
3. Relación de incertidumbre energía-tiempo.
4. El formalismo del operador de evolución. Propagadores.

TEMA 3. SIMETRÍAS Y LEYES DE CONSERVACION EN MECANICA CUANTICA.

1. Aspectos generales.
2. Operadores unitarios y antiunitarios.
3. Simetrías espacio-temporales. Simetrías discretas. Simetrías y degeneración.
4. Traslaciones. Rotaciones. Simetrías Discretas: Inversiones temporales y espaciales.

5. El concepto de grupo. Representaciones irreducibles. Introducción a los grupos unitarios.

TEMA 4. SIMETRIAS BAJO ROTACIONES: EL MOMENTO ANGULAR.

1. Introducción. Rotaciones infinitesimales y relaciones de conmutación de momento angular. Autovalores y Autovectores de momento angular.
2. Sistemas de espin semientero. Espin $1/2$, Sistemas de dos estados.
3. Momento angular orbital.
4. Composición de momentos angulares. Autovalores del momento angular total. Coeficientes de Clebsh-Gordan. Relaciones de recurrencia.
5. Operadores tensoriales. Teorema de Wigner-Eckart.

TEMA 5. MOVIMIENTO EN CAMPOS CENTRALES.**

1. Ejemplos (I): El movimiento en campos centrales. El problema de dos cuerpos. Separación de variables. Ecuación radial. Condiciones de contorno.
2. Ejemplos (II): Potencial Coulombiano. Oscilador armónico tridimensional. Pozo esférico infinitamente profundo.

TEMA 6. PARTICULAS IDENTICAS.

1. Significado físico de identidad, distinguibilidad. Conexión con mecánica estadística. Funciones de onda simétricas y antisimétricas. El grupo de permutaciones.
2. La conexión spin-estadística. Principio de simetrización.
3. Bosones y fermiones. Principio de exclusión de Pauli. El sistema de electrones.

TEMA 7. METODOS DE APROXIMACION (I). **

1. Perturbaciones Estacionarias. Perturbaciones Degeneradas. Ecuación secular.
2. Método variacional.
3. La aproximación semiclasica. El método WKB.

4. Ejemplos, comparaciones con la teoría de perturbaciones y resultados exactos.

TEMA 8. METODOS DE APROXIMACION (II).

1. Potenciales dependientes del tiempo. Teoría de las perturbaciones dependientes del tiempo. Imagen de Interacción.
2. Primer orden de perturbación. Perturbación constante. Probabilidades de transición.
3. Perturbación armónica. Absorción y emisión estimulada. Anchura de Desintegración.
4. Segundo orden de perturbación. Aproximación adiabática. Aproximación repentina.
5. Densidad de estados finales. Regla de oro de Fermi. Interacción de un átomo con una onda electromagnética.

TEMA 9. INTRODUCCION A LA TEORIA DE COLISIONES. **

1. Dispersión. Secciones Eficaces. Sistemas de laboratorio y de centro de masas.
2. Forma integral de la Ec. de Schrödinger. Condiciones de contorno. Espectro continuo. Amplitud de dispersión. Conservación de la probabilidad. Teorema óptico. Dispersión elástica. Formula de Lippmann-Schwinger.
3. Aproximación de Born. Rango de validez. Potenciales centrales. Potencial de Yukawa. Potencial de Coulomb. Dispersión por dos potenciales.
4. Método de Ondas Parciales. Desfasajes. Teorema óptico. Cotas. Resonancias. Aproximación de alcance efectivo. Pozos y barreras de potencial.
5. Sistemas complejos: Colisiones elásticas e inelásticas. Colisiones de partículas idénticas: Bosones y fermiones.

TEMA 10. INTRODUCCION A LA COMPUTACION CUANTICA.**

1. Información cuántica. Definiciones de entropía e información.
2. Computación clásica y cuántica.
3. Puertas Lógicas.
4. Teorema de no clonación.
5. Teletransportación.

** NOTA: Los temas con “**” se daran de forma optativa o de forma parcial en forma

de problemas practicos.

Programa de clases prácticas:

Se propondrán diversos trabajos en los que el alumno tendrá que realizar diversos programas de ordenador de simulación numérica (Evolución del paquete de ondas, métodos aproximados, teoría de colisiones, etc.) usando Fortran, C++ y Mathematica (ver bibliografía adjunta).

6-Metodología docente y Estimación del volumen de trabajo del estudiante (ECTS)

6.1-Metodología docente

Clases teóricas: Se utilizará principalmente la clase magistral, mediante la transmisión de información en un tiempo ocupado principalmente por la exposición oral y el apoyo de las TICs. Durante dicha exposición se podrán plantear preguntas o situaciones problemáticas sobre un tema, introducir pequeñas actividades prácticas, resolver las dudas que puedan plantearse, presentar informaciones incompletas, orientar la búsqueda de información, ocasionar el debate individual o en grupo, etc.

Clases prácticas:La estrategia metodológica central a utilizar será el aprendizaje tanto individual como cooperativo, favoreciendo que los estudiantes trabajen en grupo en actividades de aprendizaje con metas comunes; y la evaluación será llevada a cabo según la productividad del grupo y las aportaciones individuales de cada alumno.

Tutorías: Durante estas sesiones el estudiante podrá: preguntar al profesor, tanto de forma presencial como a través de SUMA, todas aquellas dudas que no hayan podido ser solucionadas durante las clases presenciales teóricas. Podrá solicitar bibliografía de ampliación específica de algún tema concreto y/o cualquier otro tipo de información relacionada con la asignatura. El seguimiento tutorial de las prácticas se realizará tanto de forma presencial como a través de SUMA.

6.2-Estimación del volumen de trabajo del estudiante (ECTS)

CLASES TEÓRICAS: 45H

CLASES PRÁCTICAS: 15h

TUTORÍAS: 25H

PREPARACION Y REALIZACION DE EXAMENES: 60H

Relación trabajo/ECTS 1 45/ 5.8 créditos = 24.7h

7-Temporalización o cronograma

TEMPORALIZACION POR TEMAS Y GRUPOS TEMATICOS:

TEMA 1,2. PRINCIPIOS. EVOLUCION DE SISTEMAS Y OBSERVABLES.	12H
TEMA 3,4,5. SIMETRIAS Y LEYES DE CONSERVACION. MOMENTO ANGULAR.	14H
TEMA 6. PARTICULAS IDENTICAS.	6H
TEMA 7.8 METODOS DE APROXIMACION.	12H
TEMA 9. INTRODUCCION A LA TEORIA DE COLISIONES.	10H
TEMA 10. INTRODUCCION A LA COMPUTACION CUANTICA.	6H.

8-Evaluación

El capítulo más importante en la evaluación del alumno será un examen teórico práctico. La evaluación podrá ser complementada por la realización de trabajos dirigidos y problemas propuestos en clase. A este respecto la asistencia regular a clase será vivamente recomendada.

En el caso de que, tras la participación activa en clase durante el curso, la realización de las actividades propuestas y la calificación obtenida en los exámenes no fuese suficiente para superar la asignatura en la convocatoria de junio, el alumno deberá realizar el examen teórico-práctico correspondiente en la convocatoria de septiembre, conservando las notas obtenidas en los trabajos y por la asistencia y participación activa en clase.

Evaluación docente

La evaluación del programa de la asignatura, que incluye la valoración de la enseñanza y la práctica docente del profesor, se realizará mediante la aplicación al alumnado de cuestionarios en momentos distintos para valorar el diseño del programa, su desarrollo y los resultados de la aplicación del mismo.

9-Bibliografía recomendada:

Libros de Texto

MESSIAH, A.: Mecánica Cuántica Vol. I y II. Ed. Tecnos. (Ed. Ingles)
COHEN-TANNOUDJI DIU, LALOE: Mécanique Quantique, Tome I et II, Hermann, Paris.
GREINER, W.: Quantum Mechanics, An Introduction. Springer-Verlag, 1998.
P.A.M DIRAC, "The principles of Quantum Mechanics." Oxford University Press, 1958.
GALINDO, A. y PASCUAL, R.: Mecánica Cuántica. Vol. I y II. (EUDEMA Universidad, Madrid).

Libros de Problemas

Y-K. LIM: Problems and Solutions on Quantum Mechanics (World Scientific, 1998).
PELER: Schaum's Outline of Theory and Problems of Quantum Mechanics. (McGraw-

Hill).

FERNANDEZ ALVAREZ-ESTRADA.: 100 problemas de Física cuántica. (Alianza, 1996)

GALINDO, PASCUAL: Problemas de Mecánica Cuántica. (EUDEMA).

S. FLUGGE: Practical Quantum Mechanics. (Springer Verlag, Berlín).

CONSTANTINESCU, MAGYARI: Problems in Quantum Mechanics. (Pergamon, Oxford).

SQUIRES: Problems in Quantum Mechanics.

KUO, C.: Problems and Solutions on Quantum Mechanics.

Libros, Software.

BRANDT, DAHMEN: Quantum Mechanics on the Personal Computer. Springer-Verlag, 1994.

HORBATSCH, M. Quantum Mechanics Using Maple: With 75 Exercises. Springer Verlag, 1995.

STEEB: Quantum Mechanics Using Computer Algebra: Includes Sample Programs for Reduce, Maple, Mathematica and C++. World Scientific, 1994.

FEAGIN, J. Quantum Methods with Mathematica. Springer Verlag, 2002.