

IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

| | | | | | | | |
|---|-----------------------|-------------------------|----------------------|---|--------------------------------------|--|-------------------|
| Unidad académica: Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas. | | | | | | | |
| Plan de estudios: Licenciatura en Física y Matemáticas | | | | | | | |
| Unidad de aprendizaje: Mecánica cuántica | | | | Ciclo de formación: Profesional Eje general de formación: Teórico-técnica Área de conocimiento: Física avanzada Semestre: 7° | | | |
| Elaborada por: Dr. Rolando Pérez Álvarez, Dr. Alejandro Ramírez Solís | | | | Fecha de elaboración: Marzo, 2021 | | | |
| Clave: | Horas teóricas | Horas prácticas: | Horas totales | Créditos: | Tipo de unidad de aprendizaje | Carácter de la unidad de aprendizaje: | Modalidad: |
| OPP33CP050010 | 5 | 0 | 5 | 10 | Optativa | Teórica | Escolarizada |
| Programa Educativo en los que se imparte: Licenciatura en Física y Matemáticas del Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas. | | | | | | | |

ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

| |
|---|
| Presentación: Al inicio de la unidad de aprendizaje se abordará la experimentación cuántica, para dar paso al estudio de los problemas multidimensionales en donde se discutirán los aspectos relacionados con el momento angular; finalmente, se aplicarán los conceptos relacionados con el momento angular orbital y las aproximaciones variacional y perturbacional. |
| Propósito: Distinga y analice los conceptos básicos fundamentales de la mecánica cuántica, al termino de la unidad de aprendizaje, mediante el formalismo de operadores y funciones de onda, para formular y resolver ecuaciones simples concernientes a los fenómenos característicos del mundo microscópico con iniciativa y creatividad. |
| Competencias que contribuyen al perfil de egreso. |
| Competencias genéricas: |
| CG1. Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma. CG4. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. CG5. Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. CG8. Capacidad creativa. CG11. Habilidades para buscar, procesar y analizar información. CG21. Capacidad de expresión y comunicación. |
| Competencias específicas: |
| CE1. Plantea y analiza problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, utilizando métodos analíticos, experimentales o numéricos, para encontrar soluciones e interpretarlas en sus contextos originales con eficiencia, funcionalidad y creatividad. |
| CE 4. Aplica competencias, conocimientos y habilidades en Física y Matemáticas, mediante la solución innovadora a problemas planteados en el sector público, privado o social, con la finalidad de fortalecer el desarrollo científico y tecnológico del país, con actitudes y valores que les permitan ser agentes de cambio. |
| CE 5. Posee conocimientos, habilidades, valores y actitudes requeridos en investigación inter y multidisciplinaria de las ciencias básicas y aplicadas, mediante el análisis, intercambio y producción de información entre grupos |

académicos de diferentes campos disciplinares que involucren a la física y la matemática, para contribuir científicamente en equipos de investigación con un sentido de trabajo colaborativo y profesional.

CE 7. Comunica asertivamente conceptos, objetivos, métodos y resultados del lenguaje científico, mediante la comunicación oral y escrita, para presentar propuestas y proyectos de manera eficaz, funcional y aplicable.

CONTENIDOS

| Bloques: | Temas: |
|--|---|
| I. Problemas y conceptos que dieron origen a la mecánica cuántica. | 1.1 El problema de las líneas en espectros atómicos; las series en el espectro del átomo de hidrógeno. 1.2 La radiación de cuerpo negro y la hipótesis de Planck 1.3 Efecto fotoeléctrico y la propuesta de Einstein 1.4 El efecto Compton 1.5 Las ondas de De Broglie; experimento Davisson-Germer |
| II. Comparación entre las mecánicas clásica y cuántica. | 2.1 Estados observables en ambas teorías (los observables como funciones de argumento vectorial en el espacio de fases y como operadores lineales hermitianos sobre un espacio de Hilbert). 2.2 Principio de correspondencia de Bohr: los corchetes de Poisson. 2.3 Los conmutadores. 2.4 La notación Bra-ket y el formalismo de Dirac. 2.5 Estados y valores propios de los operadores cuánticos. |
| III. La función de onda. | 3.1 Interpretaciones de la función de onda. 3.2 Interpretación del producto escalar como integral. 3.3 Formas diferenciales del operador momento lineal y sus operadores derivados. 3.4 La ecuación de Schrödinger: forma diferencial, condiciones de la función de onda (derivabilidad, integrabilidad cuadrática y frontera). 3.5 La onda de materia libre, ecuación de continuidad, paquetes de onda, relaciones de incertidumbre, valores esperados o de expectación, desviaciones. 3.6 Vectores de estado: representaciones espaciales y en el espacio de momentos de operadores y funciones de onda. |
| IV. Dinámica de sistemas cuánticos. | 4.1 Evolución temporal de los estados (representación de Schrödinger), operación de la evolución temporal, evolución temporal de los operadores (representación de Heisenberg), el esquema de interacción (o de Dirac). 4.2 Teoría básica de perturbación dependiente del tiempo. |
| V. Problemas unidimensionales. | 5.1 Comentarios generales; solución de la ecuación de Schrödinger unidimensional: la partícula en una caja, en un anillo, el potencial escalón, barrera, el potencial delta, rotor rígido. 5.2 El potencial escalón, la barrera, efecto túnel, coeficientes de reflexión y transmisión. La matriz de transferencia. 5.3 Pozo del potencial; estados ligados; estados de dispersión. 5.4 Oscilador armónico: solución en la representación espacial; el oscilador en dos y tres dimensiones; formulación algebraica con operadores escalera. 5.5 Modelo de Kronig-Penney; introducción a la teoría de bandas |
| VI. El momento angular. | 6.1 Relaciones de conmutación de las componentes de un momento angular en general; deducción de las relaciones recursivas y números cuánticos mediante operadores escalera. |

| | |
|---|---|
| | <p>6.2 Momento angular orbital y la regla de correspondencia; rotaciones y el operador L; espectro de L^2 y L_z; representación matricial; los armónicos esféricos; interpretación semiclassical; representación espacial.</p> <p>6.3 Introducción al momento angular de espín; números cuánticos semienteros; bosones y fermiones; introducción a sistemas de muchos cuerpos; propiedades de simetría de la función de onda; principio de exclusión de Pauli.</p> <p>6.4 Conceptos básicos de acoplamiento de momentos angulares: momento angular total, números cuánticos, definición de coeficientes de Clebsch-Gordan.</p> |
| VII. Potenciales centrales. | <p>7.1 Comentarios generales; ecuación radial, impulso radial, el potencial centrífugo, estructura de la solución.</p> <p>7.2 Potencial de Coulomb; espectro y eigenfunciones de la parte discreta del espectro (métodos de polinomios de Sommerfeld); números cuánticos; degeneración accidental; el átomo hidrógeno; pozo esférico.</p> |
| VIII. Métodos aproximados para la resolución de la ecuación de Schrödinger. | <p>8.1 Método variacional: el teorema variacional; el ejemplo del átomo de helio (He).</p> <p>8.2 Método de perturbaciones de Rayleigh-Schrödinger: ejemplo efecto Stark en el oscilador armónico.</p> <p>8.3 Método WKB.</p> |

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

| Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque X) | | | |
|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| Aprendizaje basado en problemas | <input checked="" type="checkbox"/> | Nemotecnia | <input type="checkbox"/> |
| Estudios de caso | <input type="checkbox"/> | Análisis de textos | <input type="checkbox"/> |
| Trabajo colaborativo | <input type="checkbox"/> | Seminarios | <input type="checkbox"/> |
| Plenaria | <input type="checkbox"/> | Debate | <input type="checkbox"/> |
| Ensayo | <input type="checkbox"/> | Taller | <input type="checkbox"/> |
| Mapas conceptuales | <input type="checkbox"/> | Ponencia científica | <input type="checkbox"/> |
| Diseño de proyectos | <input type="checkbox"/> | Elaboración de síntesis | <input type="checkbox"/> |
| Mapa mental | <input type="checkbox"/> | Monografía | <input type="checkbox"/> |
| Práctica reflexiva | <input type="checkbox"/> | Reporte de lectura | <input type="checkbox"/> |
| Tripticos | <input type="checkbox"/> | Exposición oral | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Otros | | | |
| Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X) | | | |
| Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del profesorado | <input checked="" type="checkbox"/> | Experimentación (prácticas) | <input type="checkbox"/> |
| Debate o Panel | <input type="checkbox"/> | Trabajos de investigación documental | <input type="checkbox"/> |
| Lectura comentada | <input type="checkbox"/> | Anteproyectos de investigación | <input type="checkbox"/> |
| Seminario de investigación | <input type="checkbox"/> | Discusión guiada | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Estudio de Casos | <input type="checkbox"/> | Organizadores gráficos (Diagramas, etc.) | <input type="checkbox"/> |
| Foro | <input type="checkbox"/> | Actividad focal | <input type="checkbox"/> |
| Demostraciones | <input type="checkbox"/> | Analogías | <input type="checkbox"/> |
| Ejercicios prácticos (series de problemas) | <input checked="" type="checkbox"/> | Método de proyectos | <input type="checkbox"/> |
| Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado). | <input type="checkbox"/> | Actividades generadoras de información previa | <input type="checkbox"/> |
| Organizadores previos | <input type="checkbox"/> | Exploración de la web | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Archivo | <input type="checkbox"/> | Portafolio de evidencias | <input type="checkbox"/> |

| | | | |
|---|-----|-------------------------------------|-----|
| Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros) | () | Enunciado de objetivo o intenciones | () |
| Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras): | | | |

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| Criterios sugeridos | Porcentaje |
|--|----------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Exámenes parciales Examen final Tareas | <p>40%</p> <p>50%</p> <p>10%</p> |
| Nota: Algunos de los instrumentos de evaluación que se pueden considerar son: Rúbricas, escalas de cotejo, escala estimativa, entre otros. | |
| Total | 100 % |

PERFIL DEL PROFESORADO

Preferentemente con nivel Doctorado en Física, Matemáticas o área afín a la disciplina de la unidad de aprendizaje, que asegure un dominio integral de los saberes en su campo, es deseable que cuente con experiencia docente y en la generación y aplicación del conocimiento como ejercicio de su profesión.

REFERENCIAS

Básicas:

- De la Peña, Luis. (2006). Introducción a la Mecánica cuántica. Ed. Fondo de Cultura Económica. México.
- Gasiorowitz, S. (2003). Quantum physics. 3a edición. Ed. John Wiley & Sons. U.S.A.
- Feynman, R., Leighton and Sands, M. (2011). The Feynman lectures on physics Vol. III. Basic Books. U.S.A.
- Bohm, David. (1989). Quantum theory. Ed. Dover. U.S.A.

Complementarias:

- Cohen-Tannoudji, Diu, B. and Lalöe, F. (1992). Quantum mechanics Vol. I. Ed. John Wiley & Sons. U.S.A.
- Landau, L. D. y Lifschitz, E. M. (1981). Quantum mechanics non-relativistic theory. Butterworth-Heinemann. USA.
- Dicke, L. H. y Wittke, J. P. (1975). Introducción a la mecánica cuántica. Ed. Librería General. España.
- K. Kong Wan. (2020) Quantum Mechanics. Problems and Solutions, Jenny Stanford Publishing (2020).

Web:

Páginas de consulta y búsqueda de información.

- <https://aapt.scitation.org/journal/ajp>
- <https://iopscience.iop.org/journal/0143-0807>
- <https://rmf.smf.mx/ojs/rmf-e/index>
- <http://physicsworld.com>