LICENCIATURA EN FÍSICA

Licenciatura	**Licenciatura en Física**	**Modalidad**	Presencial
Nombre de la unidad de competencia	**Introducción a la Mecánica Cuántica Relativista**	**Horas semestrales**	**Créditos**
		DT = 5 DP = 0 I = 2	6.6
Nombre de la Academia	Academia de Física	**Semestre**	Octavo
Perfil docente	Posgrado en Física (maestría o doctorado), preferentemente el docente debe de tener una adecuada preparación en Mecánica Cuántica y nociones generales de la Relatividad.		
Presentación	La mecánica cuántica relativista es el paso intermedio entre los conceptos de la mecánica cuántica y los más avanzados de la teoría del campo, de ahí la importancia de la materia. Otro concepto importante que la materia le permitirá aprender al estudiante es el del "mar de Dirac", lo que le permitirá abordar la noción moderna de vacío utilizada en la teoría del campo. Finalmente el estudiante empieza a trabajar problemas relativistas desde un punto de vista cuántico.		
Proyecto integrador	Resolución de problemas, personalmente o en grupo.		
Subcompetencia 1	INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE GRUPOS		
Conocimientos	• Representación de un grupo. • Álgebra de Lie de un grupo. 1.3 Lema de Schur.		
Habilidades	El estudiante aprende el concepto de un grupo.		
Subcompetencia 2	GRUPO DE LORENTZ		
Conocimientos	• Transformaciones de Lorentz. • Representación escalar, espinorial, vectorial y tensorial.		
Habilidades	El estudiante aprende las transformaciones de Lorentz y su representación matricial.		
Subcompetencia 3	CINEMÁTICA RELATIVISTA		
Conocimientos	• Variables de Mandelstam. • Umbrales de reacción en colisiones en el centro de masa y en el laboratorio.		
Habilidades	El estudiante aprende el concepto de colisión en el centro de masa y en el laboratorio.		
Subcompetencia 4	DINÁMICA RELATIVISTA		
Conocimientos	• Energía, impulso y masa relativistas. • Segunda ley de Newton, fuerza de Lorentz.		
Habilidades	El estudiante aprende los conceptos de la dinámica relativista.		
Subcompetencia 5	MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA		
Conocimientos	• Reglas de cuantización (formalismo de Gupta-Bleuler). • Ecuación de Klein-Gordon, dificultades.		
Habilidades	El estudiante entenderá la ecuación relativista de Klein-Gordon y sus complicaciones.		
Subcompetencia 6	ECUACIÓN DE DIRAC		

LICENCIATURA EN FÍSICA

Conocimientos	• Álgebra de Clifford. • Conservación del momento angular total. • Covariancia de la ecuación de Dirac. • Matrices gamma en distintas representaciones (Chiral, Majorana, etc.).
Habilidades	El estudiante aprende la formulación de la ecuación de Dirac y el álgebra requerida.
Subcompetencia 7	MOMENTO ANGULAR EN LA ECUACIÓN DE DIRAC
Conocimientos	• Invariancia bajo translaciones, rotaciones y reflexiones, conservación del impulso, momento angular y paridad. • La ecuación de Dirac "lleva" espín 1/2, álgebra del espín. • Acoplamiento espín-campo electromagnético.
Habilidades	El estudiante aprende otras herramientas matemáticas de la ecuación de Dirac.
Subcompetencia 8	SIMETRÍAS EN LA ECUACIÓN DE DIRAC
Conocimientos	• Inversión en el tiempo, conjugación de carga. • Conservación de la helicidad para partículas de masa nula.
Habilidades	El estudiante aprende las simetrías obtenidas en la ecuación de Dirac.
Subcompetencia 9	REPRESENTACIÓN DE HEISENBERG
Conocimientos	• Operador de velocidad y operador de impulso. • Ecuaciones dinámicas, Zitterbewegung.
Habilidades	El estudiante aprende la representación de Heisenberg para la posición y velocidad de un sistema de referencia.
Subcompetencia 10	SOLUCIONES DE LA ECUACIÓN DE DIRAC
Conocimientos	• Ondas planas, soluciones con energía negativa (agujeros en la "nada" de Dirac). • Potencial Central. • Espinores esféricos. • Caso de ondas libres (V=O), soluciones y comportamiento asintótico.
Habilidades	El estudiante aprende las soluciones obtenidas para la ecuación de Dirac.
Subcompetencia 11	ÁTOMO DE HIDROGENO
Conocimientos	• Átomo de hidrogeno relativista, soluciones con potencial V = Ze2/r . • Espectro de energía, estructura hiperfina. • Clasificación de los estados. • Factor giromagnético del electrón. • Límite no relativista, efecto espín-espín y efecto espín-órbita.
Habilidades	El estudiante aprende la derivación del átomo de hidrogeno relativista.
Subcompetencia 12	LIMITE NO RELATIVISTA (TEORÍA DE FOLDY-WOUTHUYSEN) Y LIMITE ULTRARRELATIVISTA
Conocimientos	• Desarrollo en serie de potencias en v/c, teoría de Pauli. • Operadores pares e impares. • La transformación unitaria Foldy-Wouthuysen.

LICENCIATURA EN FÍSICA

	• Proyectores de energía positiva y negativa. • Desarrollo en grandes componentes. • Posición y velocidad en la representación Foldy-Wouthuysen. • Transformación unitaria de Cini. • Operadores de posición y velocidad en la representación de Cini.9 • Teoría de dos componentes del neutrino.
Habilidades	El estudiante aprende los límites de la ecuación de Dirac.
Actitudes y valores	Reflexión, responsabilidad, disciplina, integridad, ingenio, colaboración y trabajos en equipo.
Actividades de aprendizaje	• Realizar lectura de textos pertinentes a la temática a abordar: revisión de material bibliográfico y de fuentes electrónicas. • Elaborar mapas conceptuales para la organización de la información. • Resolución de problemas en clase e independientes.
Recursos y materiales didácticos	• Recursos bibliográficos • Recursos multimedia: videos, diapositivas, entre otros.
Criterios de evaluación	La evaluación de los aprendizajes se realizará a través de evidencias concretas de conocimiento, proceso y productos tales como exámenes, tareas, exposiciones, entre otros. Se desarrollará de forma continua durante el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de los siguientes momentos: • **Evaluación diagnóstica**: Recupera los conocimientos previos y expectativas de los estudiantes respecto al tema y facilita la incorporación de nuevos aprendizajes. • **Evaluación formativa**: Permite valorar integralmente el desempeño del estudiante durante el desarrollo de las actividades de la materia. • **Evaluación sumativa**: Considera la integración de todas las actividades desarrolladas por el estudiante y permite la asignación de valores para la acreditación de la materia.
Referencias	• Wu-Ki, T. (1985). Group theory in Physics. USA: World Scientific Singapore. • Greiner, W. (2000). Relativistic Quantum Mechanics. Springer-Verlag, 3rd edition. • Landau, L.D., Lifshitz, E. (1995). Teoría Cuántica Relativista. Ed. Reverté. • Peskin, M.E., Schroeder, D.V. (1995). An introduction to Quantum Field Theory. Westview Press. • Bjorken, J.D., Drell, S.D. (1998). Relativistic Quantum Mechanics. McGraw-Hill, 1st edition. • De la Peña, L. (2010). Introducción a la Mecánica Cuántica. México: Fondo de Cultura Económica. • Cohen-Tannoudji, C., Bernard, D., Laloe, F. (1992). Quantum Mechanics, Vol. 1 & 2. John, Wiley-VCH.

- Landau, L.D., Lifschitz, L.M. (1976). Quantum Mechanics, Vol. 3. Butterworth-Heinemann.
- Ohlsson, T. (2011). Relativistic Quantum Physics. Cambridge University Press, 1st edition.
- Pilkuhn, H. (2005). Relativistic Quantum Mechanics. Springer, 2nd edition.
- Wachter, A. (2010). Relativistic Quantum Mechanics. Springer.
- Townsend, J.S. (2012). A Modern Approach to Quantum Mechanics, Univ. Science Books, 2nd edition.