

PROGRAMA DE CURSO FÍSICA MODERNA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Física (DFI)					
Nombre del curso	Física Moderna	Código	FI3102	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Modern Physics</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	FI3001: Vibraciones y Ondas, MA3403: Probabilidades y estadística					

B. Propósito del curso:

El curso Física Moderna permite adquirir las herramientas básicas para entender y describir fenómenos físicos donde la naturaleza relativista del espacio tiempo y/o la naturaleza cuántica de la materia son relevantes para su descripción. Para ello, este curso introduce los dos pilares fundamentales de la física contemporánea: la relatividad especial y la mecánica cuántica, abordando, además, aspectos básicos de física nuclear y partículas elementales.

En este contexto, los/las estudiantes utilizarán herramientas analíticas para el modelamiento y descripción de fenómenos físicos donde tanto la naturaleza relativista del espacio tiempo como la naturaleza cuántica de la materia se hacen presentes. Asimismo, trabajarán en la resolución de problemas, analizarán e interpretarán algún fenómeno físico (paradojas, cuerpo negro, modelo estándar, etc.), en el contexto de la física moderna, exponiendo sus resultados y puntos de vista sobre el tema estudiado.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Aplicar los conceptos básicos de la física para la descripción y modelamiento de fenómenos en las diversas áreas de la disciplina.

CE2: Formular y resolver ecuaciones que permiten describir y predecir el comportamiento de sistemas físicos, utilizando herramientas matemáticas y/o numéricas.

CE3: Discriminar límites de aplicabilidad de las distintas teorías de la física.

CE4: Evaluar la relevancia de los distintos factores que intervienen en la descripción de un fenómeno físico.

CG1: Comunicación académica y profesional

Leer de manera comprensiva, analítica y crítica en español. Asimismo, expresar de forma eficaz, clara, precisa e informada sus ideas, opiniones e indagaciones, adecuándose a diversas situaciones comunicativas académicas y profesionales, tanto en lo oral como en lo escrito.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Utiliza herramientas analíticas para el modelamiento y descripción de fenómenos físicos donde la naturaleza relativista del espacio tiempo como la naturaleza cuántica de la materia se hace presente, reconociendo las limitaciones de la mecánica Newtoniana.
CE2, CE3	RA2: Analiza e interpreta fenómenos físicos donde los efectos relativistas son relevantes, a partir de la premisa de que la noción <i>espacio-tiempo</i> es una unidad de estructura geométrica Minkowskiana.
CE1, CE2, CE3	RA3: Resuelve problemas físicos unidimensionales simples, aplicando el principio de incertidumbre y la dualidad onda partícula.
CE2, CE3, CE4	RA4: Determina el comportamiento global de un sistema físico, identificando, en base a sus propiedades cuánticas, el rol que cumplen distintos constituyentes de dicho sistema.
CE2, CE3	RA5: Interpreta procesos físicos subatómicos donde participan partículas elementales e intervienen interacciones electromagnéticas, interacciones débiles e interacciones fuertes.
Competencias genéricas	Resultado de aprendizaje
CG1	RA6: Expone sobre un tópico de la física moderna (paradojas, cuerpo negro, modelo estándar, etc.), en cuanto a los principios físicos, y teorías subyacentes, lo que reporta integrando fuentes de información válidas, de acuerdo a normas de citados correspondientes.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2	Principios de la relatividad especial	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1.Sistemas inerciales y postulados de la relatividad especial. 1.2.Velocidad de la luz y simultaneidad de eventos. 1.3.Intervalo espacio temporal. 1.4.Transformaciones de Lorentz. 1.5.Tiempo propio y longitud propia. 1.6.Adición de velocidades. 1.7.Diagramas de Minkowski. 1.8.Aplicaciones (ejemplos): Efecto Doppler, aberración de la luz, experimento de Michelson - Morley, etc.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Utiliza los postulados de la relatividad especial para deducir las transformaciones de Lorentz. Describe el concepto de simultaneidad en el contexto de la relatividad especial. Determina y explica que el tiempo y el espacio forman una unidad inseparable con una estructura causal que puede ser estudiada geoméricamente. Compara observaciones de un mismo evento hechas por distintos observadores inerciales en movimiento relativo, considerando si hay semejanzas o diferencias. Utiliza diagramas de Minkowski para representar e interpretar eventos espacio-temporales. Explica e interpreta un fenómeno relativista, a partir de los postulados de la relatividad especial. Estima cuantitativamente el rol de los efectos relativistas en el comportamiento de procesos físicos. 	
Bibliografía de la unidad		[1] Cap 1, 2. [2] Caps. 1-3.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2	Formulación covariante de la relatividad especial	2,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1.Descripción 3+1 del espacio y el tiempo. 2.2.Intervalo espacio temporal y métrica. 2.3.Transformaciones de Lorentz covariantes. 2.4.Cuadri-momentum vectores. 2.5.Cuadri-velocidad y cuadri-aceleración. 2.6.Cuadri-momentum y colisiones. 2.7.Tensores. 2.8.Ecuaciones de Maxwell en forma covariante. 2.9.Ejemplos de fenómenos y aplicaciones físicas, por ejemplo, la posibilidad de viajes interestelares.		El/la estudiante: 1. Compara mediciones realizadas entre un observador en sistema inercial y otro acelerado, considerando similitudes o diferencias. 2. Calcula e interpreta los momenta y energías resultantes de las colisiones entre partículas en contexto relativista. 3. Utiliza conceptos de invarianza del cuadri-momentum aplicables al modelamiento y descripción de choques entre partículas. 4. Utiliza las ecuaciones de Maxwell en forma covariante para comparar mediciones del campo-electromagnético hechas por distintos observadores inerciales.	
Bibliografía de la unidad		[1] Cap 3, 4. [2] Caps. 4-6.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA3	Introducción a la mecánica cuántica	4,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. La necesidad de una teoría cuántica de la naturaleza (Planck, radiación de cuerpo negro, y catástrofe ultravioleta). 3.2. Postulado de De Broglie, función de onda, ecuación de Schrödinger en una dimensión. 3.3. Observables y teorema de Ehrenfest. 3.4. Principio de incertidumbre de Heisenberg. 3.5. Soluciones estacionarias. 3.6. Propagación de paquetes de onda. 3.7. Notación de Dirac.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Identifica y analiza ejemplos de experimentos cuyos resultados carecen de explicación en el contexto de la física del siglo XIX, considerando el fenómeno físico observado y las hipótesis que los explican. Determina la importancia de la hipótesis de Planck para explicar la radiación de un cuerpo negro. Calcula funciones de ondas y niveles de energía en sistemas simples, imponiendo condiciones de borde físicamente aceptables. Realiza cálculos de valores de expectación de momentum, energía, posición y otros observables. Calcula amplitudes de transmisión y reflexión de ondas de partículas debido a barreras de potencial. Cuantifica el efecto túnel en sistemas sencillos, interpretando dicho fenómeno y sus implicancias. Analiza e interpreta parámetros de las soluciones de la ecuación de Schrödinger válidas para una partícula libre. 	
Bibliografía de la unidad		[3] Caps. 1-3. [4] Caps. 1-3.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA3, RA4, RA5	Ejemplos y aplicaciones simples de Mecánica cuántica	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Oscilador armónico. 4.2. Aspectos cualitativos del átomo de hidrógeno. 4.3. Transiciones de niveles atómicos y/o nucleares. 4.4. El gato de Schrödinger.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Calcula la función de onda de estado fundamental en sistemas sencillos, tales como, oscilador armónico, átomo de hidrógeno, entre otros. Interpreta espectros de absorción y emisión, considerando su aplicabilidad como técnicas de observación. 	

	3. Identifica e interpreta algunos problemas abiertos de la mecánica cuántica, considerando el fenómeno físico que se busca describir y su importancia.
Bibliografía de la unidad	[3] Caps. 2-3. [4] Caps. 4-6.

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA2, RA4, RA5	Elementos de física de partículas	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Introducción a las cuatro interacciones fundamentales. 5.2. Diagramas de Feynman. 5.3. Electrodinámica cuántica: electrones y fotones. 5.4. Cromodinámica cuántica: quarks y gluones. 5.5. Interacciones débiles: neutrinos. 5.6. Decaimientos y leyes de conservación		El/la estudiante: 1. Reconstruye el diagrama de Feynman dominante de una colisión determinada, dada una serie de condiciones. 2. Infiere la interacción responsable de un proceso en que participan partículas elementales. 3. Aplica leyes de conservación para concluir si un determinado proceso elemental es permitido o prohibido. 4. Representa mediante el diagrama de Feynman el decaimiento beta.	
Bibliografía de la unidad		[5] Caps. 1-3. [6] Caps. 8-10.	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera una serie de estrategias entre las que se pueden mencionar:

- **Clases expositivas:** se exponen los principales conceptos a analizar en la sesión correspondiente, con participación activa del estudiante frente a problemas que se le plantean.
- **Resolución de problemas:** a partir de ejemplos que se le presentan los estudiantes analizan fenómenos en el contexto de la física moderna y proponen soluciones a los problemas que se le plantean.
- **Exposiciones:** los y las estudiantes seleccionarán de un corpus que se les proponga un tema el cual deben indagar para exponer los aspectos centrales de este.

F. Estrategias de evaluación:

Al inicio del semestre, el cuerpo docente debe informar sobre las evaluaciones correspondientes, considerando cantidad, tipo, fechas y ponderaciones asociadas.

Para esta propuesta, se considerarán las siguientes instancias de evaluación:

- **Controles:** evalúan los aprendizajes correspondientes a las unidades.
- **Tareas:** a partir de ejemplos pertinentes, los estudiantes resuelven problemas propuestos.
- **Presentación oral:** los y las estudiantes seleccionarán un tópico de los diversos temas tratados, en el contexto de la física moderna, el cual expondrá en forma oral de acuerdo a la calendarización que se presente.
- **Examen:** evalúa de manera integrada los aprendizajes adquiridos en el curso.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- [1] Morin, D. (2017). *Special Relativity for the Enthusiastic Beginner*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- [2] Leonard Susskind and Art Friedman (2017), *Special Relativity and Classical Field Theory: The Theoretical Minimum*. Allen Lane, Penguin Books.
- [3] Griffiths, D.J. (2016). *Introduction to Quantum Mechanics*. Cambridge University Press.
- [4] Greiner, W. (2000). *Quantum Mechanics, An Introduction*. Springer.
- [5] Griffiths, D.J. (2008). *Introduction to Elementary Particles*. Wiley-VCH.
- [6] Povh, B. et. Al (2015). *Particles and Nuclei*. Springer.

Bibliografía Complementaria:

- [6] Feynman, R. P., Leighton, R. and Sands, M. (1966). *The Feynman Lectures on Physics*. Addison - Wesley, Reading Massachussets, 1966.
- [7] Taylor, E.F., Wheeler, J.A., Freeman, W. H. (1992). *Space time physics*. 2nd Ed 1992.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Hugo Arellano, Gonzalo Palma
Validado por:	Validación CTD del Departamento de Física
Revisado por:	Área de Gestión Curricular