



**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIA**

PROGRAMA MODULO IV

ASIGNATURA O MICROOBJETIVO	FISICA MODERNA y MECÁNICA CUANTICA	Resolución Código	4251 23639
CARRERA	Licenciatura en Educación en Física y Matemática		
DEPARTAMENTO	FÍSICA		
MÓDULO O MACROOBJETIVO	La Física, la Matemática y la Educación nos ayudan a comprender el desarrollo de la Humanidad		
RESPONSABLE DE LA REDACCIÓN	Magalí Reyes Mazzini		
CRÉDITOS	Teoría : 4	Ejercicio: 2	Laboratorio/Taller: 0
AÑO/SEMESTRE	Cuarto año/ Octavo Semestre		
PRE-REQUISITOS	Electromagnetismo. Mecánica Clásica. Métodos Matemáticos de la Física.		

Profesores (Coordinador)	Ubicación Física	Fono	Correo Electrónico
Profesores/as			
Ayudante			

Teoría		Ejercicios		Laboratorio/Taller/Práctica Profesional		Total	
Tiempo hrs. presenciales (pp)	Tiempo hrs. trabajo Autónomo (aa)	Tiempo hrs. Presenciales (pp)	Tiempo hrs. Trabajo Autónomo (aa)	Tiempo hrs. Presenciales (pp)	Tiempo hrs. trabajo Autónomo (aa)	Tiempo hrs. presenciales (pp)	Tiempo hrs. Trabajo Autónomo (aa)
4	4	2	2	0	0	6	6

I. CONTEXTO DE LA ASIGNATURA

Descripción de la Asignatura (Encuadre en el Plan de Estudio)	Esta asignatura de cuarto año, segundo semestre se encuentra inserta en el módulo “La Física, la Matemática y la Educación nos ayudan a comprender el Desarrollo de la Humanidad” y su propósito es vincular teoría-práctica que le permita al estudiante explicar el avance de las ciencias, en particular de la Física, a través de conocimiento cognitivo y procedimental, proveniente de la física clásica, relatividad y física cuántica y utilizando herramientas matemáticas avanzadas.
---	--

CONTRIBUCIÓN A LA FORMACIÓN (Competencias genéricas del perfil profesional asociadas a la asignatura)	<p>La asignatura contribuirá a que un estudiante futuro/a profesor/a demuestre su competencia para:</p> <p>Dominar principios y métodos de la Física, en particular de la Relatividad Especial y de la Mecánica Cuántica y el método científico y demostrando destrezas experimentales.</p> <p>Considerar el trabajo colaborativo como estrategia importante de meta-aprendizaje, contribuyendo a su desarrollo personal e interpersonal, ya que estará continuamente autoevaluándose y sometiéndose a la crítica (co-evaluación), construyendo redes de apoyo, aprendiendo a respetar la diversidad, a participar y defender su opinión con argumentos fundados y con argumentos axiológicos.</p> <p>Utilizar lenguaje formal y técnico de física, en particular de la Física Moderna: Relatividad Especial y Mecánica Cuántica, además utilizando TICE, podrá comunicar conceptos y resultados científicos ante sus pares y sus futuros educandos.</p> <p>Explicar el desarrollo de la Física a través de una mirada sistémica e integradora de las disciplinas científicas y humanistas que le permitirá al estudiante -futuro/a-profesor/a- integrar y movilizar conocimientos y recursos del medio para ser exitoso/a en una situación profesional a través de ambientes múltiples de aprendizaje (clase presencial, talleres, trabajos de investigación, exposiciones orales y/o escritas frente a sus pares, trabajos autónomos o en equipo, entre otros).</p>
---	---

CONTRIBUCIÓN A LA FORMACIÓN (Competencias específicas de la asignatura asociadas al perfil profesional)	<p>La asignatura contribuirá a que un estudiante futuro/a profesor/a demuestre su competencia para:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estimar órdenes de magnitud de cantidades mensurables para interpretar fenómenos diversos relacionados con la relatividad especial y con la Mecánica Cuántica. 2. Plantear, analizar y resolver problemas en relatividad y mecánica cuántica, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, como experimentales. 3. Aplicar el conocimiento teórico de la Física Clásica y de la Física Moderna a la realización e interpretación de experimentos. 4. Construir y desarrollar argumentaciones válidas identificando hipótesis y conclusiones. 5. Sintetizar soluciones particulares, extrapolándolas hacia principios, leyes, o teorías más generales de la Física Moderna
---	--

	6. Verificar el ajuste de modelos a la realidad e identifica su dominio de validez. 7. Desarrollar una percepción clara de que situaciones aparentemente diversas muestran analogías que permiten la utilización de soluciones conocidas a problemas nuevos. 8. Vincular el desarrollo conceptual de la Física Clásica y Moderna en términos históricos y epistemológicos.
--	--

II. METODOLOGÍA

Clase expositivas.
Clase de ejercicios.
Talleres.

III. EVALUACIÓN DEL CURSO

Evaluación	Teoría
Sumativa	Talleres y tareas (25%) y 3Prueba (75%)

IV: CUADRO RESUMEN DE HORAS

SEMANAS	COMPETENCIAS (Indicar en base al número que le asignó)	UNIDADES	TIEMPO PP TOTAL POR UNIDAD	TIEMPO AA TOTAL POR UNIDAD
01al 06	2, 3, 4, 5, 6, y 7.	1. Relatividad Especial	36 horas	36 horas
07 al 11	2, 3, 4, 5, 6 y 7.	2. Fenómenos Pre-Cuánticos	30 horas	30 horas
12 al 17	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, y 8.	3. Introducción a la Mecánica Cuántica.	36 horas	36 horas
Total			102 horas	102 horas

V. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA. (indica el nivel del curso)

Tipler Paul (1980), Física Moderna España. Editorial Reverte S.A.
Robert Eisberg (1973), Fundamentos de Física Moderna, México. Editorial Limusa.

VI. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Serwey R./Moses C./Moyer C.(2006), Física Moderna, México Editoril Thomson
Tipler Mosca (2005) Física para la Ciencia y la Tecnología , Física Moderna, Editorial Reverte S.A.
Robert Resnick (1997), Introducción a la Relatividad, Mexico. Editorial Limusa.
Taylor y Wheeler (1999) , SpaceTime Physics. USA, Editorial W.H.Freeman Company.
Wolfgang Rindler (1977) Essencial Relativity, USA, Editorial Springer- Verlag
Martin B. Shaw G (1997) Particle Physics, 2ªEdición, Editorial John Wiley & Sons
Arthur Beiser (1970), Conceptos de Física Moderna. Editorial McGraw-Hill
Eisberg R. Resnick R,(1979) Física Cuántica, México. Editorial Limusa.
Flores N. Figueroa J. (2004), Física Moderna . Mexico Editorial Perarson Prentice Hall

VII: PÁGINAS WWW Y SITIOS AFINES

www.edumedia-sciences.com/
www.profisica.cl/menu/menu.php?pg=.experimentos/experimentos.html
www.educaplus.org/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=33
www.colorado.edu/physics/2000
www.maloka.org/fisica.htm

ORGANIZACIÓN de los contenidos de la asignatura

UNIDAD I: Relatividad Especial de Einstein

Semana	Competencia N°	Contenidos			Actividades		Recursos	Evaluación	Tiempo		
		<ol style="list-style-type: none"> 1. RELATIVIDAD DE GALILEO: Conceptos Básicos de la Mecánica Clásica. 2. Sistema Inercial de Referencia (SIR). Principio de Relatividad de Galileo. 3. Transformaciones de Galileo (T de G). Transformaciones de Velocidad. 4. (T de G) y Leyes de Newton (T de G) y Leyes de Maxwell. 5. EXPERIMENTO DE MICHELSON Y MORLEY (Julio 1887 → 1960) 6. Cronología Pre-Relativista y Existencia del ETÉR. 7. Objetivo del Exp. M-M. Predicción Teórica. Montaje y Resultados. 8. TRANSFORMACIONES DE LORENTZ (T de L) Concepto de Evento. Espacio de Minkowski. Intervalo Espacio-Tiempo. 9. Aproximación entre las (T de L) y las (T de G). 10. RELATIVIDAD ESPECIAL DE EINSTEIN (1905) Postulados. 11. Conceptos de simultaneidad y coterraneidad. 12. Contracción de la Longitud. Dilatación del Tiempo. 13. Transformación de Velocidades (Ejemplos varios). 14. DIAGRAMAS DE MINKOWSKI : Representación Gráfica de eventos. 15. Calibración de los Ejes. 16. Efectos Relativistas (Dilatación del tiempo y Contracción de la longitud). 17. Orden de Ocurrencia Espacial y Orden de Ocurrencia Temporal. 18. Intervalos Espacio-Tiempo. 19. Líneas de Universo. 20. Cono de Luz. 21. CUADRIVECTORES : Vectores del Espacio de Minkowski 22. Características Generales y Transformación. 23. Cuadriposición e Intervalo Espacio-Tiempo_. 24. Cudrivelocidad y Trivelocidad. 25. Cuadrimomentum ;;Masa Relativista; Energía Relativista; Energía Cinética; Energía de Reposo. 26. Comparación entre "Energía Relativista" y "Energía Clásica" 27. Cuadrimomentum y Distintos SIR (LAB - SCM - REP). 28. Trifuerza;Masa Longitudinal y Masa Transversal . 29. Cuadrifuerza y Cuadriaceleración. 30. RELATIVIDAD Y ELECTRODINAMICA. 31. Transformación de Campos. 32. Cuadripropagacion y Efecto Doppler. 									
		Cognitivos	Procedimentales	Actitudinales	pp	aa			pp-aa		
01 al 06	2, 3, 4, 5, 6, 7,	<ul style="list-style-type: none"> • El o la estudiante reconoce las Transformadas de 	<ul style="list-style-type: none"> • El o la estudiante usa adecuadamente las Transformadas de 	<ul style="list-style-type: none"> • El o la estudiante es cuidadoso o cuidadosa en el manejo de los 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de la temáticas por el/la profesor/a. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza literatura científica para relacionar los 	<ul style="list-style-type: none"> • PPT de las clases presenciales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Control N°1 	pp 36 aa 36		

		<p>Galileo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica El Experimento de Michelson y Morley. • Identifica las transformaciones de Lorentz. • Reconoce los Postulados de Einstein para la relatividad Especial. • Reconoce los efectos relativistas. • Reconoce el espacio de Minkowski. • Interpreta las propiedades de los cuadvectores. • Reconoce la energía de reposo de las partículas. • Interpreta las transformaciones de campo \vec{E} y \vec{B}. • Reconoce el Efecto Doppler relativista 	<p>Galileo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explica los fundamentos teóricos del experimento de M y M • Aplica adecuadamente los Postulados de Einstein. • Establece la diferencia entre las transformadas de Galileo y las Transformadas de Lorentz. • Resuelve adecuadamente problemas de dilatación del tiempo y contracción de la longitud. • Explica adecuadamente las paradojas de los efectos relativistas: Gemelos, Garrochista. • Aplica adecuadamente la invariancia de los productos y los cuadrados de los cuadvectores, para trabajar la dinámica relativista. • Aplica adecuadamente la invariancia de los productos y los cuadrados de los cuadvectores, para trabajar las transformaciones de Campos. 	<p>conceptos relativistas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es ordenado/a y organizado//a en los trabajos. • permite la participación con sus compañeros en talleres de discusión. • Cumple con trabajos y tareas oportunamente 	<ul style="list-style-type: none"> • Discusión de tópicos relevantes. • Resolución de problemas de transformaciones de coordenadas y velocidad. • Discusión y resolución de problemas de dilatación de tiempo y contracción de la longitud. • Discusión y resolución de problemas de cuadvectores. • Trazados de diagramas de Minkowski para la simultaneidad de eventos. • Trazados de diagramas de Minkowski para la coterraneidad de eventos. • Discusión y resolución de problemas de dinámica relativista aplicando invariancia de productos de cuadvectores. 	<p>parámetros de descripción los fenómenos relativistas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolución de problemas de tarea. • Realizar tareas de transformaciones de campos 	<ul style="list-style-type: none"> • . Guía de Relatividad especial • Guía relativa al PPT. De cada clase. 	<ul style="list-style-type: none"> • Control N°2 • Control N°3 • Control N°4 • Control N°5 • Prueba N°6 • Tareas. • Prueba. 	
--	--	---	---	---	---	---	--	--	--

UNIDAD II: Fenómenos Pecuánticos.

Semana	Competencia N°	Contenidos			Actividades		Recursos	Evaluación	Tiempo
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción, repaso de la radiación electromagnética. 2. Radiación del Cuerpo Negro. 3. Efecto Fotoeléctrico. 4. Efecto Compton. 5. Creación de Pares. 6. Comportamiento Ondulatorio de las partículas y Principio de Incertidumbre. 7. Modelos atómicos de Thomson y Rutherford. 8. Modelo Atómico de Bohr 							
		Cognitivos	Procedimentales	Actitudinales	pp	aa			pp-aa
07 al 11	2, 3, 4, 5, 6 y 7.	<ul style="list-style-type: none"> • Reconoce la radiación térmica dentro del espectro de las ondas Electromagnéticas • Reconoce las leyes empíricas del Cuerpo Negro. • Entiende la propuesta teórica de Rayleigh y Jeans. • Reconoce la catástrofe ultravioleta. • Identifica la propuesta teórica de Planck. • Identifica el concepto de Quantum de radiación. • Identifica el efecto fotoeléctrico (EFE) y las deficiencias de la Física Clásica para explicarlo. • Reconoce los postulados de Einstein para el EFE. • Reconoce los Rayos Catódicos. • Interpreta el experi- 	<ul style="list-style-type: none"> • El o la estudiante usa con propiedad los conceptos de Radiación electromagnética. • Maneja adecuadamente las leyes del cuerpo negro • Explica con propiedad la catástrofe ultravioleta. • Aplica las Leyes de Planck para resolver problemas del Cuerpo Negro. • Explica adecuadamente los postulados de Einstein respecto del Efecto Fotoeléctrico. • Diferencia la propuesta cuántica de Planck con la propuesta de Einstein. • Explica con propiedad el experimento para determinar $(q/m)_e$ 	<ul style="list-style-type: none"> • El o la estudiante es cuidadoso o cuidadosa en el manejo de los distintos efectos que aparecen en Física, no explicables con la Física Clásica • Es ordenado/a y organizado//a en los trabajos. • permite la participación con sus compañeros. • Es ordenado en la presentación de informes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de la temática por el/la profesor/a de teoría. • Discusión y resolución de problemas radiación del cuerpo Negro. • Discusión y resolución de problemas con las ecuaciones de Planck. • Discusión y resolución de problemas del Efecto Fotoeléctrico • Discusión y resolución de problemas de Efecto Compton. • Discusión y resolución de problemas del comportamiento 	<p>Utiliza literatura científica para relacionar los fenómenos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo Negro . • Efecto Fotoeléctrico. • Efecto Compton. • Dualidad “Onda-partícula”. • Principio de Incertidumbre. • Resolución de problemas de tareas. • Realización de tareas. 	<ul style="list-style-type: none"> • PPT de las clases presenciales. • Guía de Fenómenos Pecuánticos. • Guía relativa al PPT. De cada clase. 	<ul style="list-style-type: none"> • Control N°7. • Control N°8 • Control N°9 • Control N°10 • Control N°11 • Tareas. • Prueba. 	pp 30 aa 30

		<p>mento de Thomson para los rayos Catódicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconoce al electrón como una partícula elemental constituyente de la materia. • Interpreta el resultado del Experimento de Millikan para el EFE. • Reconoce a los RX en el espectro electromagnético. • Interpreta el modelo de Compton, para la interacción de RX con láminas de metal. • Interpreta los Postulados de DeBroglie para analizar el comportamiento ondulatorio de las partículas • Interpreta los resultados del experimento de Davisson y Germer en la difracción de electrones por un metal. • Reconoce la dualidad onda-corpúsculo en las partículas elementales y en los fotones. • Interpreta adecuadamente el Principio de Incertidumbre. • Identifica apropiadamente el modelo atómico de Thomson. • Reconoce la propues 	<ul style="list-style-type: none"> • Explica con propiedad el experimento de Millikan, para determinar la carga del electrón. • Explica con propiedad la dispersión de Compton. • Explica adecuadamente el comportamiento ondulatorio de las partículas, aplicando los Postulados de DeBroglie en la resolución de problemas. • Explica con propiedad el experimento de difracción de electrones de Davisson y Germer. • Explica con propiedad el Principio de Incertidumbre. • Relaciona adecuadamente el comportamiento ondulatorio de las partículas con el Principio de Incertidumbre. • Explican adecuadamente el experimento de Geiger y Marsden respecto del modelo atómico propuesto por Thomson. • Explican adecuadamente el experimento de Geiger y Marsden respecto del modelo atómico propuesto por Rutherford 		<p>ondulatorio de las partículas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discusión y resolución de problemas del Principio de Incertidumbre. • Discusión y resolución de problemas de series espectrales de los hidrogenoides. • Discusión y resolución de problemas de hidrogenoides, aplicando la teoría de Bohr. 				
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		<p>ta experimental de Rutherford para el modelo de Thomson.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconoce el modelo atómico de Rutherford. • Identifica las anomalías del modelo de Rutherford. • Reconoce el Scattering de Rutherford. • Reconoce el modelo atómico de Bohr para los hidrogenoides. • Interpreta las series espectrales del hidrógeno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deducen teóricamente las series espectrales del hidrógeno usando la teoría de Bohr. • Interpretan adecuadamente el experimento de Franck-Hertz, para comprobar la existencia de los estados estacionarios propuesto por Bohr, en los hidrogenoides 						
--	--	--	---	--	--	--	--	--	--

UNIDAD III: Introducción a la Mecánica Cuántica.

Semana	Competencia N°	Contenidos			Actividades		Recursos	Evaluación	Tiempo
		1. Contenidos							
		2. Ecuación de Schrödinger. Estado de un Sistema.							
		3. Aplicaciones de la Ecuación de Schrödinger							
		4. Problemas unidimensionales: Potencial Escalón, Caja de Potencial, Oscilador Armónico Simple.							
		5. Operadores Cuánticos y Valores Esperados.							
		6. Ecuación de Schrödinger en tres dimensiones.							
		7. Función de estado de los Hidrogenoides. Momentum Angular y Spin							
		8. Experimento de Stern-Gerlach. Transiciones. Efecto Zeeman.							
		9. Números atómicos. Radiactividad Nuclear. Principio de Exclusión.							
		10. Tabla Periódica. Espectro de RX. Enlaces Moleculares.							
		Cognitivos	Procedimentales	Actitudinales	pp	aa			pp-aa
• 12 al 17	• 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, y 8	<ul style="list-style-type: none"> • El o la estudiante reconoce la ecuación de Schrödinger en una dimensión. • Identifica sistemas libres y sistemas ligados. • Reconoce sistemas sometidos a potenciales que no dependen 	<ul style="list-style-type: none"> • El o la estudiante aplica adecuadamente la ecuación de Schrödinger en problemas unidimensionales con potencial constante. • Resuelve unidimensionalmente el oscilador armónico con la 	<ul style="list-style-type: none"> • El o la estudiante es cuidadoso o cuidadosa en el manejo de los conceptos cuánticos. • Es ordenado/a y organizado//a en los trabajos. • permite la 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de la temática por el/la profesor/a de teoría • Discusión comparativa entre comportamiento de partícula y comportamiento ondulatorio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza literatura científica para relacionar los parámetros del mundo cuántico. • Aplica la Teoría de Schrödinger a potenciales constantes en el tiempo en 	<ul style="list-style-type: none"> • PPT de las clases presenciales. • Guía de la Teoría de Schrödinger • Guía relativa al PPT. De cada 	<ul style="list-style-type: none"> • Control N°12. • Control N°13 • Control N°14 • Control N°15 • Tareas. 	pp 36 aa 36

	<p>den del tiempo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconoce la transición entre estados estacionarios. • Reconoce los operadores cuánticos en representación de coordenadas y en representación de momenta. • Identifica los valores esperados de posición, momentum, energía de un sistema. • Reconoce la ecuación de valores propios del Hamiltoniano. • Reconoce la ecuación de valores propios del operador L^2. • Interpreta la ecuación de Schrödinger en coordenadas esféricas. • Interpreta la parte angular de la autofunción del hamiltoniano. • Interpreta la parte radial de la autofunción del hamiltoniano. • Reconoce los números cuánticos: principal (n), momentum angular(l) y magnético(m) en el hidrogenoide. • Reconoce los niveles 	<p>ecuación de Schröd.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clasifica los distintos tipos operadores cuánticos. • Diferencia claramente entre representación de coordenadas y representación de momenta en los operadores y funciones de estado. • Diferencia claramente entre la Función de estado y la función propia del hamiltoniano. • Trabaja adecuadamente el operador L^2 en coordenadas esféricas. • Reconoce la ecuación de valores propios de L^2. • Resuelve la Ecuación de Schröd. para potencial coulombiano. • Explica adecuadamente los niveles de energía de los hidrogenoides. • Distingue entre Spin y Momentum angular orbital. • Extrapolata la teoría de Schrödinger para explicar átomos con varios electrones. • Explica la conformación de la tabla periódica. 	<p>participación con sus compañeros.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utiliza tablas y gráficos apropiadamente • Es ordenado en la presentación de informes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discusión y resolución de la Ec. De Schrödinger para problemas unidimensionales. • Discusión y resolución de la Ec. de Schrödinger para problemas tridimensionales en coordenadas cartesianas.. • Discusión y resolución de la Ec. de Schrödinger para problemas tridimensionales en coordenadas esféricas. • Discusión de la ecuación de valores propios del operador L^2: Obtención de su función propia y de sus valores propios Números cuánticos :m: magnético. l: momentum angular. • Discusión de la ecuación de valores propios del operador H: Obtención de su función propia y de sus valores propios, la energía del sistema. Obtención de los Números cuánticos: 	<p>una Dimensión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica la Teoría de Schrödinger a barreras de potencial. • aplica la Teoría de Schrödinger a pozo de potencial. • Aplica la Teoría de Schrödinger al oscilador armónico en un dimensión y lo compara con la propuesta de Planck del 1901. • Aplica la Teoría de Schrödinger al potencial coulombiano. • Aplica el Experimento de Stern-Gerlach, para discutir el spin de los electrones. 	<p>clase.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba. 	
--	--	---	--	---	---	---------------	---	--

		<p>de energía en los hidrogenoides.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconoce el concepto de Momentun Angular Intrínseco (S) del electrón orbital • Explica El Experimento de Stern-Gerlach. • Identifica el núcleo atómico y la interacción entre sus constituyentes. • Reconoce la desintegración nuclear. • Interpreta la tabla periódica de los elementos. 			<p>m: magnético. l : momentum angular. n : principal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de la Teoría de Shrödinger al sistema ligado más simple, un hidrogenoide. • En relación al hidrogenoide, compara los resultados de Bohr con los de Schrödinger. • Correlaciona los números cuaánticos obtenidos y extrapolando la situación para interpretar la Tabla periódica de los elementos 				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--