

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

BAHIA BLANCA 11 de Abril 461 – Of. 702 – Tel.: (011) 54-291-455-5220 ARGENTINA

FÍSICA ELECTRÓNICA

SEGUNDO NIVEL

2° CUATRIMESTRE

CODIGO ASIGNATURA: 21

BLOQUE CURRICULAR: CIENCIAS BASICAS

CARGA HORARIA Cuatrimestral

PROFESOR RESPONSABLE

TEORICAS

PRACTICAS

Ing. Héctor R. Bambill

Semanales

Totales

Semanales

Totales

AUXILIAR

7

112

3

48

Franco Pertusati

ASIGNATURAS CORRELATIVAS PRECEDENTES**PARA CURSAR APROBADAS****PARA CURSAR CURSADAS**

Análisis Matemático I

Análisis Matemático II

Física I

Física II

Álgebra y Geometría Analítica

APROBADAS PARA RENDIR

Análisis Matemático II

Física II

OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

El curso pretende acercar al alumno de ingeniería electrónica los principales fenómenos de la física moderna, los cuales extienden las fronteras de la física clásica: aquellos fenómenos que ocurren en el mundo de las de altas velocidades, (comparables con la de la luz) y los correspondientes al mundo microscópico (a escala atómica). Los primeros son explicados a través de la teoría especial de la relatividad y los segundos por la mecánica cuántica. Estas teorías son desarrolladas en un nivel introductorio junto con las técnicas matemáticas necesarias para permitir al alumno su correcta interpretación y sencilla aplicación. Es de esperarse también que innumerables temas de actualidad científica y tecnológica, basados en estas teorías, despierten la curiosidad y el sentido crítico del alumno. Sin duda, el conocimiento de la física moderna contribuirá a facilitarle la comprensión de estos temas. El curso propuesto incluye un capítulo preeliminar de ondas mecánicas y electromagnéticas a fin de repasar conceptos ondulatorios básicos e introducir nuevos, necesarios para poder abordar el estudio de la mecánica cuántica. El capítulo de relatividad especial acerca al alumno sus fenómenos más destacados, como la dilatación del tiempo, contracción de longitudes, leyes de transformación de velocidades, masa relativista y equivalencia de masa y energía. La aplicación de la relatividad permite justificar con gran sencillez la radiación electromagnética emitida por cargas aceleradas, importante concepto que resulta tedioso de justificar como correctamente se hace empleando la teoría de Maxwell. Se espera que el alumno comprenda las contradicciones a que llega la física clásica para explicar los procesos atómicos, moleculares y del estado sólido, de manera que resulte natural introducir la correcta descripción estadística cuántica que si los capta. Conceptos como dualidad onda-partícula, cuantización de la energía o el principio de indeterminación de Heisenberg son introducidos y justificados con razonamientos sencillos. La teoría de la mecánica cuántica es formalmente introducida con la ecuación de Schrödinger junto con el postulado de la interpretación de su solución. Para resaltar su capacidad de brindar una interpretación estadística física, se presenta al alumno la técnica de los operadores cuánticos a fin de calcular básicamente valores esperados y incertidumbres de todas las variables dinámicas de interés. La resolución de problemas idealizados de partículas sometidas a la interacción de potenciales típicos son

VIGENCIA
AÑOS

2020

2021

2022

2023

2024

2025



FÍSICA ELECTRÓNICA

SEGUNDO NIVEL

2º CUATRIMESTRE

ELECTRÓNICA

resueltos y sus resultados interpretados, los cuales permiten generar en el alumno conceptos del comportamiento cuántico. el cual da sustento a innumerables aplicaciones en el mundo de la ingeniería electrónica, como el efecto túnel y la acción láser. Se desarrollan los conceptos de probabilidad de estado e incertidumbre, se explican las aproximaciones realizadas y los modelos construidos para representar tal realidad. Se describe el estado sólido para sustentar las propiedades electrónicas básicas de metales, semiconductores y aisladores, introduciendo la teoría de bandas de energía y modelos cuánticos aproximados de sencilla obtención y aplicación, que le sirven de base al alumno para los próximos cursos de electrónica de la carrera. Finalmente se introduce los fundamentos físicos necesarios que permiten el desarrollo del láser, a través de los conceptos de emisión de radiación espontánea, radiación estimulada e inversión de población.

CONTENIDOS MINIMOS (Ordenanza Nro 1077)

- Ondas electromagnéticas, propagación e interferencia.
- Mecánica cuántica electrónica.
- Teoría Especial de la Relatividad aplicada a la electrónica.
- Modelos cuánticos del átomo y redes semiconductoras
- Estado Sólido
- Emisiones estimuladas en semiconductores.

PROGRAMA ANALITICO

UNIDAD TEMÁTICA. Ondas mecánicas y electromagnéticas.

Pulsos y ondas viajeras en medios de propagación elásticos. Ecuaciones de transformación de coordenadas de Galileo. Argumento viajero. Ecuación de onda. Ondas armónicas. Representación con fasores. Propagación de energía. Onda estacionaria. Ondas electromagnéticas armónicas. Ecuaciones de Maxwell y ecuación de onda. Vector de Poynting. Analisis del Comportamiento ondulatorio clásico (Difracción e interferencia, principio de Huygens, efecto Doppler sonoro, boom sónico, efecto Cherenkov, Experiencia de Young con rendijas y ventanas, Onda incidente, reflejada y transmitida, análisis de las condiciones de borde, velocidad de fase y de grupo).

UNIDAD TEMÁTICA. Teoría Especial de la Relatividad de Einstein.

Hipótesis de la existencia del eter. Invariancia de la velocidad de la luz. Experiencia de Michelson-Morley. Postulados de la Relatividad Especial. Ecuaciones de transformación de coordenadas de Lorentz. Consecuencias de la teoría de relatividad especial (pérdida del tiempo absoluto galileano, dilatación del tiempo, contracción de longitudes, transformación de velocidades relativistas, efecto Doppler relativista, masa relativista, equivalencia masa - energía cinética y su generalización). Propiedad de masa en reposo nula y masa dinámica para la luz. Caja de Einstein. Presión de radiación. Transformación del campo eléctrico para una carga

VIGENCIA AÑOS	2020	2021	2022	2023	2024	2025
------------------	------	------	------	------	------	------

**FÍSICA ELECTRÓNICA**

SEGUNDO NIVEL

2º CUATRIMESTRE

ELECTRÓNICA

eléctrica a velocidad constante. Radiación por carga eléctrica acelerada. Lóbulo de radiación. Fórmula de Larmor.

UNIDAD TEMÁTICA. Teoría de la Mecánica Cuántica para partículas no relativistas.

Experiencia de Young con electrones. Efecto Compton. Concepto Dualidad onda-partícula. Breve repaso de conceptos de probabilidad clásica en variables discreta y continua. Efecto fotoeléctrico. Experiencia de difracción de electrones de Davisson-Germer. Ecuación de Schrödinger. Postulado sobre la interpretación de su solución, la función de ondas, Significado de experimentar y de medir en cuántica (colapso de la función de ondas). Otras Escuelas interpretativas de la cuántica (la realista de Einstein - variables ocultas - y la agnóstica, de Planck). Propiedades de la función de onda. Conservación de la probabilidad global y local. Normalización de la función de ondas. Corriente de probabilidad. Relaciones de incertidumbre. Principio de indeterminación de Heisenberg. Operadores cuánticos para todas las variables dinámicas de interés – posición, cantidad de movimiento, momento angular, energía cinética, Hamiltoniano. Uso de operadores para calcular valores esperados e incertidumbres.

UNIDAD TEMÁTICA. La Mecánica Cuántica en una dimensión. Formalismo cuántico

Resolución de la Ecuación de Schrödinger por separación de variables. Problema de una partícula confinada en una caja con potenciales de borde infinitos. Ecuación de Schrödinger independiente del tiempo. Ecuación de autovalores del operador Hamiltoniano. Condiciones de borde. Energías cuantizadas de los estados estacionarios (autovalores del operador). Propiedades de ortogonalidad y ortonormalidad de las autofunciones. Valores esperados e incertezas para posición y cantidad de movimiento de partículas en estados estacionarios. Obtención de una función de ondas general como suma pesada de las autofunciones, identificación de estos pesos con la probabilidad de medir los autovalores del Hamiltoniano, Correspondiente función densidad de probabilidad con dinámica – con dependencia espacial y temporal -. Su implementación experimental y su visualización simulada (en applets de Internet).. Problema escalón de potencial. Problema potencial barrera (efecto túnel y resonancias cuánticas). Problema potencial armónico. Problema pozo de potencial finito – su aplicación a la molécula de hidrógeno.

UNIDAD TEMÁTICA. La Mecánica Cuántica en tres dimensiones. El átomo de hidrógeno

Modelo cuántico del átomo de hidrógeno – su planteo sin resolución – Ecuación de autovalores para el Hamiltoniano, sus autofunciones y autovalores o niveles cuantizados de energía, modelo de átomo de Bohr para obtener con facilidad el espectro de energías, cuantización espacial del momento orbital y de su componente en z, relaciones de incertidumbre con las demás componentes cartesianas del momento orbital, ecuaciones correspondientes de autovalores para los respectivos operadores. El spin electrónico. Relación giromagnética. Experiencia de Stern Gerlach. La ecuación de autovalores para el operador de spin.

VIGENCIA
AÑOS

2020

2021

2022

2023

2024

2025



FÍSICA ELECTRÓNICA

SEGUNDO NIVEL

2º CUATRIMESTRE

ELECTRÓNICA

UNIDAD TEMÁTICA. Partícula idénticas en Mecánica Cuántica

Sistemas multipartículas. Partículas idénticas en mecánica cuántica. Átomos multieletrónicos. Energía de Fermi. Estadística cuántica. . Estadística de Maxwell Boltzmann. Estadística Bose-Einstein. Estadística Fermi-Dirac. Cavity resonante. Radiación de cuerpo negro. Láser. Emisión espontánea. Emisión estimulada. Inversión de población. Láseres de tres y cuatro niveles.

UNIDAD TEMÁTICA Física del estado sólido.

Sólidos cristalinos. Potenciales periódicos. Modelo de Kronig- Penny. Su simplificación mediante el reemplazo de las barreras por funciones delta Dirac. Estructura de bandas de energía. Propiedades de conducción eléctrica para metales, aisladores y semiconductores. Semiconductores de silicio tipo n y tipo p. Junturas p-n.

BIBLIOGRAFIA

Textos orientadores de la materia.

- Alonso M. y Finn, Física. VolúmenIII: Fundamentos Cuánticos y Estadísticos.
- Resnick, Conceptos de Relatividad y Teoría Cuántica.
- Beisser, A., Conceptos de Física Moderna, 6ed.
- Tipler, P., Mosca, G., Physics for Scientifics and Engineers.

Para los temas de ondas mecánicas y electromagnéticas, y de relatividad especial

- Alzete, H. A., Física de la Ondas, Universidad de Antioquía, Medellín.
- Crowell, B. Relativity, part I and II, 2ed, Fullerton, California.
- Davies J., The physics of Low Dimensional Semiconductors: an Introduction.
- Griffiths, D.J., Introduction to Quantum Mechanics.
- Eisberg, Fundamentos de Física Moderna.
- Kittel, C., Solid State Physics.
- Schroeder, D.V. Magnetism, Radiation and Relativity, Weber State University, Ogden, Utah.

Para los temas de mecánica cuántica, de física del sólido y semiconductores:

- Ibach, H. y Lüth, H., Solid-State Physics, Introduction to Principles of Materials Science.
- Gonzales, Introducción alFormalismo de la Mecánica Cuántica
- Pierret, R.F., Advanced Semiconductor Fundamentals, 2ed.
- Mishra, U.K. y Singh, J. Semiconductor Devise Physics and Design.
- Neamen C., Semiconductor Physics and Devices.
- Townsend, J.S., Quantum Physics, a Fundamental Approach to Modern Physics,

VIGENCIA
AÑOS

2020

2021

2022

2023

2024

2025



FÍSICA ELECTRÓNICA

SEGUNDO NIVEL

2º CUATRIMESTRE

ELECTRÓNICA

Para el tema Láser

- Alzete, H. A., Física de la Ondas, Universidad de Antioquía, Medellín.
- Saleh, B., Teich, M., Fundamentals of Photonics.
- Silfvast, W., Laser Fundamentals.
- Hitz, B., Ewing, J.J. y Hecht, J., Introduction to Laser Technology, 3ed.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

- Feymann, Feymann's Lectures of Physics, vol III.
- Ashcroft, N. y Mermin, N., Solid State Physics Alonso M. y Finn, Física. Volúmen III.
- Sears, F., Zemansky, M., Young, H. y Freedman, R., Física Universitaria, vol 2.
- Mckelvey, J., Física del Estado Sólido y de Semiconductores.
- Singh, J. Modern Physics for Engineering.

Guías de Problemas y Prácticas de Laboratorio

La didáctica del curso se verá reforzada introduciendo en el dictado de las clases, adecuadas simulaciones de experiencias por computadora, más la ejecución de otras sencillas de implementar. Para facilitar la adquisición por parte de los alumnos del conocimiento y del manejo conceptual de la temática del curso, se incluirán guías de problemas semanales para su resolución y se realizarán algunas prácticas de laboratorio, con presentación de informes. Están programados los siguientes laboratorios:

- Visualización de ondas mecánicas llongitudinales, transversales y ondas estacionarias.
- Experiencia de las dos ventanas de Young.
- Espectros de emisión.
- Determinación de la constante de Plank.
- Determinación de ancho de banda prohibida en semiconductores de Si y Ge.

Aprobación directa y cursado

Se prevén tres Evaluaciones con sus respectivas instancias Recuperatorias, de acuerdo con el nuevo reglamento. La Evaluación consta de una parte con mayor contenido práctico y otra con mayor contenido teórico, conformando las dos partes un todo cuyo puntaje total, conformando la Evaluación, es de 100 puntos, y se aprobará con 60 puntos o más; de obtener el alumno un menor puntaje tiene la opción una solo instancia de recuperación de la Evaluación correspondiente. La Aprobación Directa se logra si el alumno aprueba cada una de las tres Evaluaciones, o de su correspondiente instancia Recuperatoria que la reemplaza, conformando con el promedio de las tres notas de aprobación (de 60 o más puntos) su nota final de

VIGENCIA AÑOS	2020	2021	2022	2023	2024	2025
------------------	------	------	------	------	------	------

**FÍSICA ELECTRÓNICA**

SEGUNDO NIVEL

2º CUATRIMESTRE

ELECTRÓNICA

“Aprobación Directa”. En caso que una Evaluación o de un Recuperatorio de ella no alcance un puntaje de 60 puntos, se procede a reevaluarlo como “Examen Parcial”, considerando como un todo la parte de contenido práctico. Se prevé en caso en que el alumno haya contestado correctamente alguna de las preguntas de contenido teórico, considerarla/s para conformar con la parte práctica el nuevo todo como puntaje de 100 puntos (se descartan aquellas preguntas teóricas no contestadas o mal contestadas). Con este reescalamiento el Parcial se aprueba con una calificación de 60 puntos o más. En caso de desaprobado el Parcial (calificación menor a 60 puntos) el alumno tiene la opción de rendir la instancia recuperatoria como Evaluación, cuyo manera de calificarla ya se describió; y de no aprobarse con 60 puntos nuevamente será reconsiderada como “Recuperatorio de Parcial”, otorgándole un puntaje también como ya se describió. El Alumno obtendrá el cursado de la materia si aprueba los tres Parciales o su/s instancias Recuperatorias, situación que lo habilita a rendir el Examen Final para lograr la Aprobación de la materia.

Promoción

Examen final escrito. El examen final versará sobre el total de la asignatura, y se le solicitará al alumno la respuesta de cuestiones teórico-prácticas que evidencien su entendimiento conceptual de los temas desarrollados. El examen final se tomará en las fechas programadas a tal efecto, y será del tipo teórico-práctico. Podrá complementarse con una prueba oral.

Página web de la materia

El alumno dispone de material bibliográfico en archivos pdf y djvu, las guías de problemas, los protocolos de laboratorios, y direcciones de sitios de Internet con películas y applets didácticos de simulación de experiencias físicas de interés, en fitronica@gmail.com , con password de acceso *utnfrbb*.

Ing. Héctor R. Bambill
Profesor Adjunto Ordinario

VIGENCIA
AÑOS

2020

2021

2022

2023

2024

2025