

**PROGRAMA DE CURSO
INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA MODERNA**

A. Antecedentes generales del curso:

| | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|---|------------|----------|------------------|---|
| Departamento | Física | | | | | |
| Nombre del curso | Introducción a la Física Moderna | | | | | |
| Nombre del curso en inglés | <i>Introduction to Modern Physics</i> | | | | | |
| Código | FI1100 | | Créditos | 6 | | |
| Horas semanales | Docencia | 3 | Auxiliares | 3 | Trabajo personal | 4 |
| Carácter del curso | Obligatorio | X | | Electivo | 0 | |
| Requisitos | FI1000, MA1101, MA1001 | | | | | |

B. Propósito del curso:

Este curso tiene como propósito que el estudiante aplique conceptos fundamentales de la física moderna, en particular conceptos de oscilaciones y ondas, óptica geométrica y ondulatoria, relatividad especial y física cuántica. Durante el curso se destacarán las observaciones que llevaron al desarrollo de estas áreas durante el siglo XX y las aplicaciones tecnológicas que han surgido de ellas, tales como telescopios, microscopios, interferómetros, o celdas fotovoltaicas. Además, los conceptos se reforzarán mediante varias experiencias de laboratorio.

Los conceptos vistos en este curso entregarán al estudiante una visión crítica de los desarrollos tecnológicos más recientes.

Las experiencias de laboratorio ofrecidas en este curso permitirán desarrollar competencias experimentales, de trabajo en equipo, de comunicación y de compromiso ético, basado en la responsabilidad y honestidad.

Para el logro de los resultados de aprendizajes declarados se requiere de un trabajo personal semanal por parte del estudiante.

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

CE1: Aplicar conceptos fundamentales de física, para describir y predecir el comportamiento de sistemas simples que involucren el movimiento de partículas y cuerpos, así como las fuerzas que lo originan.

CE2: Obtener e interpretar datos, utilizando metodologías teóricas, numéricas y experimentales.

G1: Comunicación Académica y Profesional

Leer de forma comprensiva y analítica diferentes tipos de textos pertinentes para su formación en el nivel. Asimismo, expresar de manera eficaz, clara, precisa e informada sus ideas basadas en evidencia, opiniones e indagaciones, en situaciones académicas formales, tanto en modalidad oral como escrita.

CG2: Compromiso ético

Reflexionar sobre el propio actuar y sus consecuencias, en el marco de la honestidad, la responsabilidad y el respeto, buscando la excelencia y rigurosidad en su proceder en contextos académicos, en las relaciones interpersonales y con su entorno.

CG3: Trabajo en equipo

Interactuar y colaborar de forma activa con el equipo para trabajar en tareas conjuntas, demostrando responsabilidad, autoexigencia, disposición para escuchar y aceptar opiniones diversas frente al cumplimiento de la tarea.

C. Resultados de aprendizaje

| Competencias específicas | Resultados de aprendizaje |
|--------------------------|--|
| CE1 | <p>RA1: Modela el proceso de propagación de ondas en diversos medios materiales, aplicando la dinámica del movimiento armónico a modelos continuos unidimensionales, para poder interpretar fenómenos como el sonido y las ondas de tensión en cuerdas.</p> <p>RA2: Aplica las descripciones geométrica y ondulatoria de la luz, siendo capaz de diferenciar sus regímenes de aplicabilidad, para resolver problemas que involucran lentes y fenómenos de difracción e interferencia, y para entender los principios físicos de diversos fenómenos, instrumentos y tecnologías basados en la óptica.</p> <p>RA3: Aplica conceptos de relatividad especial en una dimensión para resolver problemas que involucran partículas con velocidades próximas a las de la luz.</p> <p>RA4: Diferencia los regímenes de aplicabilidad de la mecánica clásica y cuántica, siendo capaz de aplicar los principios básicos de esta última, para resolver problemas de electrones en átomos y sólidos y comprender el funcionamiento de dispositivos basados en la mecánica cuántica.</p> |
| CE2 | <p>RA5: Obtiene e interpreta datos que sirven como herramientas para validar o refutar modelos teóricos, utilizando para ello un montaje experimental dado, en el contexto de la mecánica ondulatoria, óptica y física moderna.</p> |
| Competencia genéricas | Resultado de aprendizaje |
| CG1–CG2–CG3 | <p>RA6: Redacta reportes de laboratorio en equipo, colaborando de manera responsable y honesta, considerando en la redacción de sus resultados ideas basadas en evidencia.</p> |

D. Unidades Temáticas:

| Número | RA al que tributa | Nombre de la unidad | Duración en semanas |
|---|-------------------|---|---------------------|
| 1 | RA1, RA5, RA6 | Oscilaciones y ondas | 4 semanas |
| Contenidos | | Indicador de logro | |
| <p>1.1. Movimiento armónico simple.</p> <p>1.1.1. Oscilación de una masa unida a un resorte.</p> <p>1.1.2. Péndulo puntual.</p> <p>1.1.3. Frecuencia natural de oscilación de un oscilador armónico simple.</p> <p>1.1.4. Energía cinética, potencial y mecánica de un oscilador armónico simple.</p> <p>1.1.5. Aplicaciones del movimiento armónico simple.</p> <p>1.1.6. Resonancia.</p> <p>1.2. Movimiento ondulatorio.</p> <p>1.2.1. Ondas en una cuerda.</p> <p>1.2.2. Velocidad de propagación de las ondas.</p> <p>1.2.3. Ondas viajeras.</p> <p>1.2.4. Transmisión de energía.</p> <p>1.2.5. Superposición e interferencia de ondas.</p> <p>1.2.6. Condiciones de borde de extremo fijo y extremo libre para ondas en una cuerda.</p> <p>1.2.7. Reflexión y transmisión.</p> <p>1.2.8. Ondas estacionarias.</p> <p>1.2.9. Modos normales de oscilación de una cuerda con bordes fijos.</p> <p>1.3. Ondas acústicas.</p> <p>1.3.1. Velocidad del sonido.</p> <p>1.3.2. Potencia e intensidad de las ondas acústicas.</p> <p>1.3.3. Efecto Doppler.</p> | | <p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Describe un oscilador armónico simple en términos de su trayectoria (posición, velocidad y aceleración), fuerza restauradora, frecuencia de resonancia, energía cinética y energía potencial. Utiliza la segunda ley de Newton para obtener la ecuación de movimiento de un oscilador armónico simple, y a partir de ella determina la frecuencia natural de oscilación del oscilador. Explica cualitativamente el fenómeno de resonancia en sistemas oscilatorios. Describe diferentes fenómenos ondulatorios, tales como propagación de pulsos, reflexión y transmisión de pulsos, transmisión de energía por una onda mecánica, interferencia y modos normales, a partir del caso de ondas mecánicas en una cuerda. Emplea los conceptos revisados en el contexto de ondas en una cuerda para explicar los fenómenos ondulatorios asociados a ondas acústicas. Realiza experiencias de laboratorio guiadas para observar experimentalmente diferentes fenómenos oscilatorios, ondulatorios y acústicos. Redacta resúmenes sobre los resultados experimentales obtenidos en el laboratorio. Cumple, según el rol asignado, las tareas y actividades comprometidas con su equipo, considerando formalidades de la entrega y organización del trabajo. Planifica y presenta sus trabajos, basándose en sus capacidades, sin incurrir en plagio, copia, suplantación de identidad. | |
| Bibliografía de la unidad | | <p>(1) Capítulos 14, 15 y 16, volumen 1.</p> <p>(2) Capítulos 15, 19 y 20, volumen 1.</p> <p>(3) Capítulos 15 a 18, volumen 1.</p> <p>(4) Capítulos 13, 15, 16, volumen 1.</p> | |

| Número | RA al que tributa | Nombre de la unidad | Duración en semanas |
|--|-------------------|---|---------------------|
| 2 | RA2, RA5, RA6 | Óptica geométrica y ondulatoria | 3 semanas |
| Contenidos | | Indicador de logro | |
| <p>2.1. La luz visible y las ondas electromagnéticas.</p> <p>2.1.1. Velocidad de la luz.</p> <p>2.1.2. Espectro electromagnético.</p> <p>2.2. Reflexión y refracción.</p> <p>2.2.1. Principios de Fermat o de tiempo mínimo de viaje, y de Huygens para la propagación de la luz.</p> <p>2.2.2. Ley de reflexión.</p> <p>2.2.3. Índice de refracción y ley de Snell.</p> <p>2.2.4. Reflexión interna total.</p> <p>2.3. Espejos y lentes.</p> <p>2.3.1. Espejos planos, esféricos y el punto focal.</p> <p>2.3.2. Rayos principales.</p> <p>2.3.3. Imagen real y virtual.</p> <p>2.3.4. Lentes delgadas.</p> <p>2.3.5. Aberración esférica y aberración cromática.</p> <p>2.3.6. Instrumentos ópticos.</p> <p>2.4. Interferencia y difracción</p> <p>2.4.1. Teoría ondulatoria de la luz.</p> <p>2.4.2. Diferencia de fase y coherencia.</p> <p>2.4.3. Difracción por una o varias rendijas y el experimento de la doble rendija de Young.</p> <p>2.4.4. Difracción por una abertura circular.</p> <p>2.4.5. Resolución de instrumentos ópticos.</p> <p>2.4.6. El interferómetro de Michelson.</p> | | <p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reconoce a la luz como parte del espectro de ondas electromagnéticas, las que se propagan con velocidad finita. 2. Identifica los fenómenos que demuestran la naturaleza ondulatoria de la luz. 3. Describe las propiedades ondulatorias de la luz, como frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación. 4. Aplica la descripción geométrica de la luz para describir los fenómenos ópticos de reflexión y refracción, así como para describir el funcionamiento de espejos y lentes delgadas y explicar cualitativamente el origen de las aberraciones esférica y cromática. 5. Aplica la descripción ondulatoria de la luz para explicar los patrones de intensidad a través de rejillas de difracción en términos de interferencia destructiva y constructiva. 6. Esboza el funcionamiento de diferentes instrumentos y tecnologías ópticas, como la fibra óptica, telescopios, microscopios e interferómetro de Michelson. 7. Estima la capacidad de resolución de un instrumento de imágenes ópticas a partir del fenómeno de difracción de la luz. 8. Aplica los contenidos de óptica geométrica y ondulatoria para explicar observaciones realizadas en experiencias de laboratorio guiadas. 9. Redacta resúmenes sobre los resultados experimentales obtenidos en el laboratorio. 10. Cumple, según el rol asignado, las tareas y actividades comprometidas con su equipo, considerando formalidades de la entrega y organización del trabajo. 11. Planifica y presenta sus trabajos, basándose en sus capacidades, sin incurrir en plagio, copia, suplantación de identidad. | |
| Bibliografía de la unidad | | <p>(1) Capítulos 31, 32 y 33, volumen 2.</p> <p>(3) Capítulos 35 a 38, volumen 2.</p> <p>(4) Capítulos 33 a 36, volumen 2.</p> | |

| Número | RA al que tributa | Nombre de la unidad | Duración en semanas |
|---|-------------------|--|---------------------|
| 3 | RA3, RA6 | Relatividad especial | 3 semanas |
| Contenidos | | Indicador de logro | |
| 3.1. Postulados de la relatividad especial. 3.1.1. Principio de relatividad. 3.1.2. Principio de constancia de la velocidad de la luz. 3.2. Trayectorias en el espacio-tiempo. 3.2.1. Dilatación del tiempo. 3.2.2. Contracción de la longitud. 3.2.3. Transformaciones de Lorentz. 3.2.4. Simultaneidad relativa. 3.2.5. Efecto Doppler relativista. 3.3. Energía y momentum relativista. 3.3.1. Conservación del momentum. 3.3.2. Conservación de energía. 3.3.3. Masa y energía en reposo. | | El estudiante: 1. Enuncia los postulados de la relatividad especial. 2. Construye las reglas de dilatación del tiempo y contracción de la longitud a partir de los enunciados de la relatividad especial. 3. Aplica las transformaciones de Lorentz para relacionar distancias e intervalos de tiempo en dos sistemas inerciales que se mueven entre sí. 4. Reconoce que la cinemática de Galileo y la dinámica de Newton corresponden al límite clásico de la relatividad especial. 5. Emplea las definiciones de momentum y energía relativista para determinar las velocidades finales de partículas involucradas en colisiones y desintegraciones relativistas. | |
| Bibliografía de la unidad | | (1) Capítulos R, volumen 1, y 39, volumen 2. (2) Capítulo 21, volumen 1. (3) Capítulo 39, volumen 2. (4) Capítulo 37, volumen 2. | |

| Número | RA al que tributa | Nombre de la unidad | Duración en semanas |
|--|-------------------|---|---------------------|
| 4 | RA4, RA5, RA6 | Física cuántica | 5 semanas |
| Contenidos | | Indicador de logro | |
| <p>4.1. Introducción a la física cuántica.</p> <p>4.1.1. Dualidad onda-partícula.</p> <p>4.1.2. Principio de incertidumbre de Heisenberg.</p> <p>4.2. Mecánica cuántica.</p> <p>4.2.1. Probabilidad y amplitud de probabilidad.</p> <p>4.2.2. Amplitud dependiente del tiempo.</p> <p>4.2.3. Notación de Dirac.</p> <p>4.2.4. Estados base de un sistema cuántico.</p> <p>4.2.5. Observables y operadores cuánticos.</p> <p>4.2.6. El operador hamiltoniano.</p> <p>4.3. Sistemas de N estados.</p> <p>4.3.1. Sistemas de dos estados.</p> <p>4.3.2. Propagación en un cristal.</p> <p>4.3.3. Semiconductores.</p> | | <p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Describe el principio de dualidad onda-partícula basándose en el comportamiento de partículas cuánticas en algunos experimentos clave. Describe el principio de incertidumbre de Heisenberg en base al comportamiento ondulatorio de una partícula cuántica. Interpreta el estado de un sistema cuántico en términos de su amplitud de probabilidad. Utiliza matrices para describir operadores cuánticos. Determina los valores posibles de un observable y los estados posibles de un sistema cuántico a partir de los autovalores y autovectores del observable. Determina los estados de energía de sistemas de dos o más estados discretos utilizando un formalismo matricial. Describe el comportamiento de electrones en cristales y en semiconductores. Realiza experiencias de laboratorio guiadas en que aplica conocimientos de mecánica cuántica. Redacta resúmenes sobre los resultados experimentales obtenidos en el laboratorio. Cumple, según el rol asignado, las tareas y actividades comprometidas con su equipo, considerando formalidades de la entrega y organización del trabajo. Planifica y presenta sus trabajos, basándose en sus capacidades, sin incurrir en plagio, copia, suplantación de identidad | |
| Bibliografía de la unidad | | <p>(1) Capítulos 34 a 38, volumen 2.</p> <p>(5) Capítulos 1 a 14.</p> | |

E. Estrategias de enseñanza:

La metodología de enseñanza y aprendizaje incluye clases expositivas, sesiones de trabajo dirigido y sesiones de laboratorio, fomentando la participación de los estudiantes.

El curso se estructura en base a distintas metodologías que incluyen:

- Clases expositivas apoyadas en tecnologías.
- Sesiones de trabajo dirigido, enfocados en la resolución de problemas; esta actividad se realiza en grupos de máximo 50 estudiantes a cargo de un profesor auxiliar.
- Experiencias de laboratorio, donde se aplican los contenidos de clase mediante experiencias guiadas. Este trabajo se realiza en parejas con un máximo de 60 estudiantes en el laboratorio.

El curso se complementa con cuatro horas de trabajo semanal autónomo por parte del estudiante. Para apoyar este trabajo, se cuenta con una guía de problemas propuestos que apoyan los problemas vistos en clase y en las sesiones de trabajo dirigido.

F. Estrategias de evaluación:

El curso tiene distintas instancias de evaluación. Estas son:

- Evaluaciones parciales: 3 controles individuales.
- Ejercicios o tareas periódicos, cuya periodicidad y ponderación en la nota final serán definidos e informados por cada profesor al comienzo del semestre.
- Examen final que evaluará todos los resultados de aprendizaje declarados en relación con la competencia específica 1 CE1.
- Se contempla un mínimo de cuatro experiencias de laboratorio, respondidas en pareja, como actividad complementaria del curso.

Las evaluaciones se ponderarán siguiendo el reglamento de estudios de la Escuela de Ingeniería y Ciencias y serán definidas e informadas al comienzo del semestre. Salvo los ejercicios o tareas, el resto de las evaluaciones serán coordinadas entre todas las secciones.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- (1) Gene Mosca, Paul A. Tipler (2005), "Física para la ciencia y la tecnología". Volúmenes 1 y 2, 5ª edición, Barcelona, Reverté.
- (2) Robert Resnick, David Halliday y K. S. Krane (1980), "Física". Volumen 1, 3ª edición, México, Continental.
- (3) Raymond. A. Serway y John. W. Jewett, Jr. (2008), "Física para ciencias e ingeniería con física moderna". Volúmenes 1 y 2, 7ª edición, México, Cengage Learning.
- (4) Hugh D. Young, Roger A. Freedman, A. Lewis Ford (1988), "Sears Zemanski Física Universitaria". Volúmenes 1 y 2, 6ª edición, Argentina, Addison-Wesley Iberoamericana.
- (5) Richard P. Feynman, Robert B. Leighton y Matthew Sands (1963), "The Feynman lectures on physics. Volumen III", Reading, Massachusetts, Addison-Wesley.

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

| | |
|-----------------|----------------------------------|
| Vigencia desde: | 2019 |
| Elaborado por: | María Luisa Cordero |
| Validado por: | CTD del Departamento de Física |
| Revisado por: | Área de Gestión Curricular (AGC) |