Mecánica y Relatividad

Curso Académico: (2022 / 2023) **Fecha de revisión: 19-05-2022**

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Física

Coordinador/a: MARTIN SOLIS, JOSE RAMON

Tipo: Obligatoria Créditos ECTS : 6.0

Curso : 2 Cuatrimestre : 1

REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)

Física I, Álgebra lineal, Cálculo I y II del primer año

OBJETIVOS

El curso de Mecánica y Relatividad constituye una ampliación de la Mecánica aprendida en el primer curso en la asignatura de Física I. En primer lugar se presentará una nueva manera de formular y resolver problemas en Mecánica Clásica, alternativa a las leyes de Newton estudiadas en el primer curso: la Mecánica Analítica. Se presentarán sus fundamentos, ventajas e inconvenientes, y se prestará, dentro de ésta, una especial atención al método basado en las ecuaciones de Lagrange. Se estudiarán sus aplicaciones al estudio del movimiento del Sólido Rígido en el espacio, para lo que introducirá como herramienta esencial el Tensor de Inercia, así como se abordará el análisis generalizado de las pequeñas oscilaciones en torno a la posición de equilibrio de sistemas con varios grados de libertad. La última parte de la asignatura se dedicará a una de las áreas principales de la Física Moderna, desarrollada en la primera mitad del siglo XX: la Mecánica Relativista. Se estudiarán los postulados en que se basa, así como algunas de sus consecuencias principales como la nueva forma de entender los conceptos de espacio y tiempo, o la famosa equivalencia masa-energía.

El estudiante debe desarrollar las siguientes competencias:

- Comprender qué significa la Mecánica Analítica y algunos de los métodos principales desarrollados dentro de ésta para resolver problemas mecánicos, en particular, las ecuaciones de Lagrange
- Entender el tratamiento general del movimiento de un sólido rígido en el espacio, basado en el tensor de inercia
- Comprender la aplicación del método de Lagrange al análisis general de pequeñas oscilaciones en sistemas con varios grados de libertad. Entender el significado de las frecuencias y modos normales de oscilación
- Comprender el significado de los postulados de la relatividad especial, y algunas de sus consecuencias principales: revisión de los conceptos de espacio y tiempo, equivalencia masa-energía, etc
- Comprender los modelos matemáticos que explican estos fenómenos
- Desarrollar técnicas y estrategias de razonamiento para la resolución de los problemas
- Manejar dispositivos y sistemas de medida en el laboratorio
- Interpretar y analizar datos experimentales
- Ser capaz de verificar en el laboratorio algunos de los resultados obtenidos en las clases teóricas
- Capacidad para buscar y analizar información de diferentes fuentes
- Capacidad para trabajar en grupo

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

PARTE I MECÁNICA ANALÍTICA

1. Introducción a la Mecánica Analítica
   - 1.1 Introducción
   - 1.2 Coordenadas Generalizadas
   - 1.3 Sistemas con Ligaduras
   - 1.4 Energía Cinética y Momentos Generalizados
     - 1.4.1 Velocidad Generalizada
     - 1.4.2 Energía Cinética
     - 1.4.3 Momentos Generalizados
   - 1.5 Desplazamientos Reales y Desplazamientos Virtuales
   - 1.6 Trabajo Virtual. Fuerzas Generalizadas
     - 1.6.1 Trabajo Virtual
     - 1.6.2 Fuerzas Generalizadas

1.6.3 Trabajo Virtual y Fuerzas de Ligadura
2. Las Ecuaciones de Lagrange
2.1 Introducción
2.2 Deducción de las Ecuaciones de Lagrange
2.3 Ecuaciones de Lagrange para Fuerzas Conservativas. El Lagrangiano de un Sistema Mecánico
2.4 Ecuaciones de Lagrange para Fuerzas Conservativas y no Conservativas
2.6 Mecánica Lagrangiana y Mecánica Newtoniana
2.7 Coordenadas Cíclicas y Teoremas de Conservación
2.7.1 Constantes del Movimiento
2.7.2 Definición de Coordenadas Cíclicas o Ignorables. Teorema de Conservación relativo a las Coordenadas Cíclicas
3. Las Ecuaciones de Hamilton. El Principio de Hamilton
3.1 Introducción
3.2 Deducción de las Ecuaciones de Hamilton. La Función de Hamilton o Hamiltoniano de un Sistema Mecánico
3.3 Procedimiento General para Determinar la Función de Hamilton y Obtener las Ecuaciones de Hamilton
3.4 Otras Expresiones de la Función de Hamilton. Significado Físico
3.5 Coordenadas Cíclicas y Teoremas de Conservación dentro de la Mecánica Hamiltoniana
3.6 Comparación de la Formulación Lagrangiana y Hamiltoniana de la Mecánica
3.7 Campos de Aplicación de la Mecánica Hamiltoniana
3.8 El Principio de Hamilton. Principios de Mínimo
4. Estática Analítica
4.1 El Principio de los Trabajos Virtuales
4.2 El Principio de D'Alembert
PARTE II. EL SOLIDO RIGIDO
5. Introducción al Sólido Rígido
5.1 Definición de Sólido Rígido. Grados de Libertad
5.2 Movimiento General de un Sólido Rígido en el Espacio. El Teorema de Chasles
5.3 Velocidad Angular de Rotación del Sólido Rígido
5.4 Energía Cinética. El Teorema de Köning
6. El Tensor de Inercia
6.1 Energía Cinética de Rotación. Definición del Tensor de Inercia
6.2 Momento Angular respecto a un Punto
6.2.1 Momento Angular
6.2.2 Relación entre Momento Angular y Energía Cinética de Rotación
6.3 Movimiento Plano
6.4 Propiedades del Tensor de Inercia
6.5 Ejes Principales de Inercia
6.5.1 Ejes y Momentos Principales de Inercia
6.5.2 Procedimiento General para Determinar los Ejes y Momentos Principales de Inercia
6.5.3 Ejes Principales y Propiedades de Simetría
6.6 El Elipsoide de Inercia
7. Ecuaciones de Movimiento del Sólido Rígido. Aplicaciones
7.1 Los Ángulos de Euler
7.1.1 Coordenadas de Traslación y Coordenadas de Rotación. Ángulos de Euler
7.1.2 Velocidad Angular de Rotación en función de los Ángulos de Euler
7.2 Las Ecuaciones del Movimiento
7.3 Las Ecuaciones de Euler
7.4 Movimiento Giroscópico
PARTE III. OSCILACIONES
8. Oscilaciones
8.1 Introducción
8.2 Formulación del Problema
8.3 La Ecuación de Valores Propios. Frecuencias y Modos Normales
8.4 Coordenadas Normales
8.5 Resumen del Método
PARTE IV. INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA ESPECIAL DE LA RELATIVIDAD
9. Los Postulados de la Teoría Especial de la Relatividad
9.1 Introducción
9.2 La Relatividad Clásica
9.2.1 El Principio de la Relatividad de Galileo
9.2.2 La Transformación de Galileo y la Mecánica Clásica
9.3 El Principio de la Relatividad y la Teoría Electromagnética

9.4 Los Postulados de Einstein
10. Cinemática Relativista
10.1 La Transformación de Lorentz
10.1.1 La Transformación de Lorentz de Coordenadas
10.1.2 La Transformación de Lorentz de Velocidades
10.2 Consecuencias de la Transformación de Lorentz
10.2.1 Dilatación del Tiempo
10.2.2 Contracción de la Longitud
10.2.3 Relatividad de la Simultaneidad
11. Dinámica Relativista
11.1 Introducción
11.2 Cantidad de Movimiento Relativista
11.3 Expresión Relativista de la Fuerza
11.4 Energía Relativista
11.4.1 Energía Cinética
11.4.2 Definición de Energía Total
11.4.3 Equivalencia Masa-Energía
11.4.4 Relación Energía-Cantidad de Movimiento

ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

* Clases magistrales en las que se explicarán los conceptos básicos teóricos

El profesor proporcionará con una semana de antelación la siguiente información:
- breve descripción de los conceptos teóricos que se explicarán en la sesión
- una relación de los capítulos/secciones de los libros de texto proporcionados en la bibliografía y que hacen referencia a los conceptos que se explicarán en la sesión

* Actividades para la resolución de problemas

El objetivo es desarrollar las siguientes destrezas:
- Comprender el enunciado de un problema
- Identificar el fenómeno físico y las leyes físicas involucradas en el problema
- Desarrollar estrategias para la resolución del problema
- Ser riguroso y cuidadoso en el uso de las matemáticas necesarias para la resolución del problema
- Ser capaz de analizar si el resultado obtenido es razonable (¿tiene sentido el resultado ?; ¿son consistentes las dimensiones de las magnitudes calculadas?)

* Realizar pequeños trabajos orientados a la búsqueda de información en diferentes fuentes (principalmente internet)

* Sesiones de laboratorio (~ 20 - 30 estudiantes divididos en grupos de 2 personas):

Las principales destrezas que se pretenden desarrollar en estas sesiones son:
- Comprender que la física es una ciencia experimental y que se pueden verificar en el laboratorio las leyes presentadas de manera teórica en las clases magistrales
- Utilizar instrumentación científica y aprender a ser cuidadoso en el manejo de instrumentos científicos
- Aprender a adquirir con cuidado y rigor datos experimentales
- Aprender los fundamentos del tratamiento de datos experimentales
- Escribir un informe que refleje los resultados del experimento realizado.
- Realizar un análisis crítico de los resultados (¿se han conseguido los objetivos buscados en el experimento?)

* Se fijarán horas de tutorías individualizadas a través de Aula Global. Es posible ¿jar sesiones en otros momentos mediante cita con el profesor.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

* Sesiones de laboratorio (15% de la nota final):

- Es obligatoria la asistencia a las sesiones de laboratorio y la entrega de los correspondientes informes

- Se evaluarán los informes entregados, así como la participación y actitud en las sesiones de laboratorio

* Actividades en grupos (25% de la nota final):

Estas actividades se evaluarán atendiendo a la asistencia, la realización de pequeños exámenes individuales y la realización de
actividades propuestas

* Examen final (60% de la nota final):

El examen final será común a todos los grupos, y consistirá en la resolución de problemas y cuestiones teóricas.

Se requerirá un mínimo de 3 sobre 10 en el examen final para poder aprobar la asignatura.

Peso porcentual del Examen Final:	60
Peso porcentual del resto de la evaluación:	40

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- GOLDSTEIN, H. MECÁNICA CLÁSICA, Reverté, 2009
- MARION, J.B. DINÁMICA CLÁSICA DE PARTÍCULAS Y SISTEMAS, Reverté, 2010
- TIPLER, P.A., MOSCA, G. FÍSICA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA: FÍSICA MODERNA, Reverté, 2010

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- FRENCH, A.P. RELATIVIDAD ESPECIAL, Reverté, 1988
- SERWAY, R., JEWETT, J. FÍSICA PARA CIENCIAS E INGENIERÍA CON FÍSICA MODERNA: Vol. 2, Cengage Learning, 2007
- SYMON, K.R. MECÁNICA, Aguila, 1979