



Guía docente

300506 - MC - Mecánica Clásica

Última modificación: 16/01/2025

Unidad responsable: Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Aeroespacial de Castelldefels

Unidad que imparte: 748 - FIS - Departamento de Física.

Titulación: GRADO EN INGENIERÍA DE SATÉLITES (Plan 2024). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2024

Créditos ECTS: 6.0

Idiomas: Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable:

Otros:

CAPACIDADES PREVIAS

- Operabilidad con los fundamentos de la trigonometría, el cálculo vectorial, el cálculo matricial, y el cálculo diferencial y integral.
- Familiaridad con los conceptos de magnitud física, unidades y conversión de unidades.
- Familiaridad con los conceptos de fuerza, trabajo, energía, sólido rígido y campo.
- Operabilidad con los principios de conservación de energía, momento angular y momento lineal.
- Es recomendable haber aprobado las asignaturas de Física, Álgebra y Cálculo.
- Es recomendable haber aprobado o cursar simultáneamente Matemática Avanzada.

REQUISITOS

No hay.

METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura se impartirá combinando clases magistrales (teóricas y de problemas) con soporte multimedia y sesiones de laboratorio. Las clases teóricas seguirán principalmente el modelo expositivo, donde el profesor introducirá los conceptos y leyes necesarias para su posterior aplicación en la resolución de los problemas de cada tema. Se promoverá la participación del alumnado durante las clases. Se escogerá ejemplos siguiendo criterios pedagógicos (para aclarar los conceptos introducidos), y temáticos (intentando en este sentido que sean cercanos a la titulación), con el objetivo de promover la motivación del estudiantado. Asimismo, siempre que sea posible, se utilizará software, de tal forma que se pueda representar de forma visual y más comprensible los ejemplos propuestos.

Las sesiones de laboratorio estarán orientadas a que el estudiantado tenga un papel más activo, y pueda desarrollar y aplicar individualmente y/o en grupo el trabajo realizado en las clases teóricas y de problemas. Las sesiones de laboratorio se realizarán en grupos de 4 estudiantes, con dos ordenadores por grupo.

laboratorio serán de tipo computacional, puesto que la gran mayoría de soluciones a problemas mecánicos reales implican hacer uso de técnicas numéricas. Además, el uso de ordenador facilitará la visualización y análisis de resultados, y preparará el estudiantado para resolver problemas más complejos en asignaturas más avanzadas. Uno de los temas involucrará una práctica con material de laboratorio.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Plantear y aplicar las leyes y principios fundamentales de la Mecánica Newtoniana. Conocer los elementos básicos de la Mecánica Lagrangiana. Resolver problemas de forma analítica y con métodos numéricos elementales, utilizando las leyes de Newton, por fuerzas variables.

- Plantear las ecuaciones que describen los distintos tipos de osciladores, y resolver problemas que les incluyan. Conocer las magnitudes de potencia, ancho de banda y factor de calidad. Interpretar los fenómenos de resonancia.
- Definir el concepto de fuerza central y conservativa. Identificar los parámetros básicos de una órbita y su clasificación y definir y operar con el concepto de órbita de transferencia. Conocer y analizar casos históricos básicos de cambio de órbita.
- Definir los conceptos de centro de masa y sistemas de partículas. Analizar y resolver problemas de sistemas de masa variable, con especial énfasis en cohetes. Relacionar las propiedades básicas de los cohetes con los parámetros asociados a los cambios de órbita coplanares.
- Explicar los distintos sistemas de referencia inerciales y no inerciales, conocer sus transformaciones y identificar las distintas fuerzas ficticias que intervienen. Conocer sistemas de referencia habituales utilizados en ciencias del espacio.
- Explicar los conceptos de sólido rígido y tensor de inercia, las ecuaciones de Euler y los ángulos de Euler en notación Tait-Bryan. Aplicar estos conocimientos a problemas relacionados con el control de actitud de satélites.

CONTENIDOS

Principios de conservación y solución de la ecuación del movimiento bajo fuerzas variables.

Descripción:

- Principios de la Mecánica Clásica. Teoremas de conservación: momento lineal, momento angular y energía.
- Resolución la ecuación del movimiento con fuerzas dependientes de la velocidad, tiempo y/o posición. Casos multidimensionales. Soluciones analíticas y resolución numérica.
- Elementos básicos de la Mecánica Lagrangiana. Ecuaciones de Euler-Lagrange.

Objetivos específicos:

- Entender y aplicar los principios de la Mecánica Clásica. Teoremas de conservación: momento lineal, momento angular y energía.
- Resolver la ecuación del movimiento con fuerzas dependientes de la velocidad, tiempo y/o posición. Aplicar en casos multidimensionales. Distinguir entre resoluciones analíticas y resoluciones numéricas.
- Conocer y aplicar los elementos básicos de la Mecánica Lagrangiana. Plantear las ecuaciones de Euler-Lagrange.

Actividades vinculadas:

- AV1 (1.1): Práctica de laboratorio de programación más elaboración de informe.
- AV2 (1.2): Control.
- AV3 (1.3): Examen de medio cuatrimestre (MQ).
- AV4 (1.4): Práctica de laboratorio de programación más elaboración de informe.
- AV6 (1.5): Examen final (FQ).

Dedicación: 27h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 17h



Oscilaciones.

Descripción:

- Breve recordatorio de oscilaciones armónicas simples.
- Oscilaciones amortiguadas. Infraamortiguadas, amortiguadas críticas y sobreamortiguadas. Tiempo de relajación y factor de calidad.
- Oscilaciones forzadas. Resonancia.

Actividades vinculadas:

- AV2 (2.1): Control.
- AV3 (2.2): Examen mitad de cuatrimestre (MQ).
- AV6 (2.3): Examen final (FQ)

Dedicación: 20h

Grupo grande/Teoría: 7h

Aprendizaje autónomo: 13h

Fuerzas centrales: gravedad.

Descripción:

- Cinemática en el plano.
- Fuerzas conservativas y energía potencial. Fuerzas centrales.
- Movimiento bajo la gravedad. Potencial efectivo. Parámetros orbitales. Leyes de Kepler.
- Órbitas elípticas, hiperbólicas y parabólicas.
- Órbitas de transferencia. Transferencias de Hohmann y otras transferencias entre órbitas coplanares.

Actividades vinculadas:

- AV3 (3.1): Examen de mitad de cuatrimestre (MQ).
- AV4 (3.2): Práctica de laboratorio de programación más elaboración de informe.
- AV6 (3.3): Examen final (FQ).

Dedicación: 26h

Grupo grande/Teoría: 10h

Aprendizaje autónomo: 16h

Sistemas de fuerzas variables: coets.

Descripción:

- Movimiento de un sistema de partículas. Centro de masas.
- Conservación del momento lineal y de la energía para un sistema de partículas.
- Problemas de masa variable. Ecuación del cohete.
- Relación entre parámetros del cohete y transferencias orbitales. Puesta en órbita.

Actividades vinculadas:

- AV6 (4.1): Examen final (FQ).

Dedicación: 12h

Grupo grande/Teoría: 5h

Aprendizaje autónomo: 7h



Sistemas de referencia no inerciales.

Descripción:

- Coordenadas móviles. Sistemas de coordenadas giratorios.
- Aceleración centrífuga y de Coriolis.
- Caso de la Tierra como sistema de referencia en rotación.
- Sistemas de referencia Earth-Centered Inertial (ECI), Earth-centered Earth fixed (ECEF), Topocentric-Horizon (TH). Cambios de coordenadas.

Actividades vinculadas:

- AV4 (5.1): Practica de laboratorio de programación más elaboración de informe.
- AV6 (5.2): Examen final (FQ).

Dedicación: 20h

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 12h

Rotación alrededor de un eje fijo y alrededor de ejes variables.

Descripción:

- Problema dinámico del movimiento de un sólido rígido. Magnitudes básicas: momento de fuerza, momento de inercia, y momento angular.
- Rotación en torno a un eje fijo.
- Rodadura sin deslizarse y deslizante.
- Rotación en torno a ejes variables. Momento angular de un sólido rígido: tensor de inercia. Ejes principales de inercia y sistemas de referencia ligados a los cuerpos.
- Movimiento de un cuerpo rígido en el espacio: ecuaciones de Euler.

Actividades vinculadas:

- AV5 (6.1): Práctica de laboratorio de programación i elaboración de informe.
- AV6 (6.2): Examen final (FQ).

Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 7h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 16h

Ángulos de Euler. Mecánica básica del control de actitud de los satélites.

Descripción:

- Ángulos de Euler y sus variaciones temporales.
- Ecuaciones de Euler en términos de los ángulos de Euler.
- Solución de problemas básicos de control de actitud de los satélites.
- Breve introducción a los cuaterniones.

Actividades vinculadas:

- AV6 (7.1): Examen final (FQ).

Dedicación: 20h

Grupo grande/Teoría: 11h

Aprendizaje autónomo: 9h



ACTIVIDADES

AV1: Solución numérica a la ecuación del movimiento. Caso multidimensional.

Descripción:

El estudiantado trabajará en grupos de cuatro (2 parejas con un ordenador cada pareja) en el laboratorio de programación, para integrar numéricamente la ecuación del movimiento en 2 y 3 dimensiones.

Objetivos específicos:

Fomentar el trabajo en grupo y el aprendizaje autónomo. Comprobar la comprensión del tema 1. Desarrollar habilidades numéricas aplicadas a la resolución de problemas de Mecánica. Desarrollar habilidades de análisis y de comunicación técnica por escrito.

Material:

Un ordenador por pareja de estudiantes e informe de laboratorio para rellenar.

Entregable:

Informe de laboratorio.

Dedicación: 6h

Grupo grande/Teoría: 6h

AV2: Ecuación del movimiento con diferentes tipos de fricción

Descripción:

Los estudiantes integrarán la ecuación del movimiento con diferentes tipos de fricción.

Objetivos específicos:

Que los estudiantes adquieran habilidades en el campo de los métodos numéricos básicos y trabajando en equipo.

Material:

Ordenador y guión de prácticas.

Entregable:

Laboratori report.

Dedicación: 6h

Grupo grande/Teoría: 6h

AV3: Control 1.

Descripción:

Los estudiantes realizarán un control sobre los temas 1 y 2, incluyendo contenidos de la práctica AV1.

Material:

Enunciado del control y formulario.

Entregable:

Examen resuelto.

Dedicación: 6h

Grupo grande/Teoría: 6h



AV4: Examen de meitat de cuatrimestre.

Descripción:

Un examen individual que incluirá ejercicios y preguntas teóricas sobre los contenidos de la asignatura.

Material:

Preguntas de examen y formularios.

Entregable:

Examen resuelto.

Dedicación: 12h

Grupo grande/Teoría: 12h

AV5: Estudio realista del movimiento: efectos de gravedad, fricción i fuerzas de inercia.

Descripción:

Los estudiantes trabajarán en grupos de cuatro (2 parejas con un ordenador cada pareja) en el laboratorio, para calcular y analizar un caso de movimiento realista bajo la acción de la gravedad, la fricción, la fuerza centrífuga y la de Coriolis.

Material:

Ordenadores e informes de laboratorio para rellenar.

Entregable:

Informe de laborator.

Dedicación: 8h

Grupo grande/Teoría: 8h

AV6: Determinación experimental del tensor de inercia.

Descripción:

Los estudiantes trabajarán a partir de un guión de prácticas y material de laboratorio para determinar experimentalmente el tensor de inercia.

Objetivos específicos:

Encourage group work and independent learning. Provide a more intuitive approach to the concept of inertia tensor. Show the importance of an experimental approach to solving real problems in Mechanics. Develop technical written communication skills.

Material:

Guión de prácticas y "Moment of inertia and angular acceleration with Cobra SMARTsense and a precision pivot bearing (PHYWE)"

Entregable:

Informe de laboratorio.

Dedicación: 6h

Grupo grande/Teoría: 6h



AV7: Examen Final.

Descripción:

Un examen individual que incluirá ejercicios y preguntas teóricas sobre los contenidos de la asignatura.

Objetivos específicos:

Comprobar la competencia de los estudiantes en el conocimiento y operabilidad para razonar y resolver problemas de los contenidos de Mecánica.

Favorecer el desarrollo de la capacidad de escritura analítica y técnica, justificando las respuestas a cada pregunta o problema.

Material:

Preguntas de examen y formularios.

Entregable:

Examen resuelto.

Dedicación: 16h

Grupo grande/Teoría: 16h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Lunn, Mary. A first course in mechanics. Oxford [etc.]: Oxford University Press, 1991. ISBN 9780198534303.
- Morin, David. Introduction to classical mechanics : with problems and solutions. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. ISBN 9780521876223.
- Kibble, T. W. B; Berkshire, F. H. Classical mechanics. 5th ed. London: Imperial College Press, 2004. ISBN 9781860944352.
- Taylor, John R. Classical mechanics. [Sausalito, California]: University Science Books, cop. 2005. ISBN 9781891389221.
- Goldstein, Herbert; Poole, Charles; Safko, John. Classical mechanics. 3rd ed. San Francisco [etc.]: Addison-Wesley, cop. 2002. ISBN 9780201657029.

RECURSOS

Otros recursos:

Apuntes completos editados por el profesorado.