



PROGRAMA ANALÍTICO

FACULTAD: INGENIERÍA

DEPARTAMENTO: CIENCIAS BÁSICAS

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

PLAN DE ESTUDIO: 2005

MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL

ORIENTACIÓN: No posee

ASIGNATURA: MECÁNICA TEÓRICA

CÓDIGO: 0326

DOCENTE RESPONSABLE:

| NOMBRE | GRADO ACAD. MAX | CARGO | DEDICACIÓN |
|-------------------------|---------------------------------|-------------------|------------|
| Pablo Daniel Galimberti | Magister en Energías Renovables | Profesor Asociado | Exclusiva |

EQUIPO DOCENTE:

| NOMBRE | GRADO ACAD. MAX | CARGO | DEDICACIÓN |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------|------------|
| Pablo Daniel Galimberti | Magister en Energías Renovables | Profesor Asociado | Exclusiva |
| Fernando G. Saldaño | Estudiante | Ayudante de Segunda | Simple |

AÑO ACADÉMICO: 2022

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria

RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: Cuatrimestral

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 1ER. CUATRIMESTRE DE 3ER. AÑO

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:

| <i>Aprobada</i> | <i>Regular</i> |
|-----------------|----------------|
| 0402 | - |
| 0404 | - |
| 0411 | - |



ASIGNACIÓN DE HORAS:

| | | |
|-------------------|-------------------------|----------|
| Horas Totales | | (90 h.) |
| Semanales | | (6 h.) |
| Teóricas | | (45 h.) |
| Prácticas | Resolución de problemas | (45 h.) |
| | Laboratorio | (... h.) |
| | Proyecto | (... h.) |
| | Trabajo de campo | (... h.) |
| Teórico-Prácticas | | (... h.) |

FUNDAMENTACIÓN DE LOS OBJETIVOS, CONTENIDOS, PROPUESTA METODOLÓGICA Y EVALUACIÓN DEL PROGRAMA:

La Mecánica Teórica es una asignatura fundamental que "conecta y extiende" los conceptos básicos estudiados en Introducción a la Física y Física a formulaciones más robustas con el objetivo de abordar el estudio de sistemas dinámicos más complejos. Esto se materializará por medio de la integración de métodos matemáticos avanzados con las leyes fundamentales de movimiento establecidas por Newton.

Este curso presenta la dinámica clásica vía la formulación vectorial de la mecánica Newtoniana y la formulación analítica (o variacional) de las ecuaciones de Lagrange. Particularmente, en dinámica clásica, los sistemas materiales se asumen compuestos por cuerpos rígidos, o en la más simple de las idealizaciones, por partículas.

Los contenidos incluyen una revisión de la cinemática de la partícula y de las leyes de Newton, cinemática de cuerpos rígidos en movimientos generales, dinámica de cuerpos rígidos incluyendo las ecuaciones de movimiento de Newton-Euler, métodos basados en los conceptos de impulso-cantidad de movimiento y trabajo-energía, y fundamentos de mecánica analítica incluyendo el principio de los trabajos virtuales.

En esta asignatura, se considera primeramente el tópico de Cinemática, esto es, el estudio del movimiento de partículas y de cuerpos rígidos sin hacer referencia a las causas físicas (fuerzas) que lo provocan. La Cinemática constituye la base de este curso. Finalmente, se aborda la formulación de las ecuaciones de movimiento que gobiernan la evolución temporal de una partícula, sistemas de partículas y cuerpos rígidos.

Este curso sirve como base para realizar estudios más avanzados relativos a mecánica analítica y dinámica de sistemas multicuerpos rígidos e híbridos (esto es, rígidos y flexibles). Además, esta asignatura tiene como objetivo brindar el conocimiento básico para abordar asignaturas tales como Análisis Estructural, Mecanismos, y Control, entre otras.

Para cursar Mecánica Teórica es necesario que los estudiantes cuenten con conocimientos previos de Física, análisis matemático y álgebra lineal. Estos contenidos se dictan en las asignaturas Física, Cálculo II y Álgebra Lineal.



OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:

- Que el alumno comprenda, analice y aplique convenientemente distintos sistemas de referencia y de coordenadas.
- Que el alumno aprenda y relacione significativamente los conceptos vinculados a la Mecánica (fuerza, cantidad de movimiento lineal, angular, energía, impulso, etc.).
- Que el alumno comprenda, analice y aplique críticamente las ecuaciones cardinales de la Mecánica de partículas, sistemas de partículas y cuerpos rígidos.
- Que el alumno comprenda la significación e implicancias de la Mecánica relativista y logre el relacionamiento e integración con la Mecánica clásica.
- Que el alumno comprenda, operacionalice y aplique los contenidos de la Dinámica de Lagrange.

COMPETENCIAS:

En este curso se pretende brindar a los estudiantes, en la medida de lo posible, una serie de competencias generales y específicas. Entre ellas se pueden mencionar:

- **Competencias genéricas:**

1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería

1. a. Capacidad para identificar y formular problemas.

- 1. a.1. Ser capaz de identificar una situación presente o futura como problemática.
- 1. a.2. Ser capaz de identificar y organizar los datos pertinentes al problema.
- 1. a.3. Ser capaz de evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis.
- 1. a.4. Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.

1. b. Capacidad para realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada.

- 1. b.1. Ser capaz de generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado.

4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería

4. a. Capacidad para identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles.

- 4. a.1. Ser capaz de acceder a las fuentes de información relativas a las técnicas y herramientas y de comprender las especificaciones de las mismas.
- 4. a.2. Ser capaz de conocer los alcances y limitaciones de las técnicas y herramientas a utilizar y de reconocer los campos de aplicación de cada una de ellas y de aprovechar toda la potencialidad que ofrecen.



9. Aprender en forma continua y autónoma.

9. a. Capacidad para reconocer la necesidad de un aprendizaje continuo a lo largo de la vida.

9. a.1. Ser capaz de asumir que se trabaja en un campo en permanente evolución, donde las herramientas, técnicas y recursos propios de la profesión están sujetos al cambio, lo que requiere un continuo aprendizaje y capacitación.

9. a.2. Ser capaz de asumir que la formación y capacitación continuas son una inversión.

9. a.3. Ser capaz de desarrollar el hábito de la actualización permanente.

9. b. Capacidad para lograr autonomía en el aprendizaje.

9. b.1. Ser capaz de desarrollar una estrategia personal de formación, aplicable desde la carrera de grado en adelante.

9. b.3. Ser capaz de evaluar el propio aprendizaje y encontrar los recursos necesarios para mejorarlo.

9. b.6. Ser capaz de hacer una búsqueda bibliográfica por medios diversos (bibliotecas, librerías, Internet, centros de documentación, etc.), de seleccionar el material relevante (que sea a la vez válido y actualizado) y de hacer una lectura comprensiva y crítica del mismo.

○ Competencias específicas:

Competencia en Mecánica Teórica: Consiste en la habilidad para utilizar diversos principios físicos y razonamiento matemático con el objetivo de: *i*) formular preguntas sobre conceptos teóricos (o sus aplicaciones a una situación física en particular), *ii*) desarrollar demostraciones matemáticas de enunciados, teoremas y/o proposiciones en el ámbito de la mecánica, y *iii*) elegir el enfoque más adecuado para resolver problemas de mecánica racional.

EJES TEMÁTICOS ESTRUCTURANTES DE LA ASIGNATURA Y ESPECIFICACIÓN DE CONTENIDOS

Capítulo I: movimiento de la partícula.

Cinemática: velocidad y aceleración. Sistemas de referencia y de coordenadas. Curvatura, círculo osculador. Componentes cartesianas, polares, intrínsecas, esféricas, etc. Los fundamentos de la Mecánica Newtoniana. Los principios de Newton: 1) de inercia, 2) de masa, 3) de acción y reacción. Movimiento rectilíneo de una partícula. Fuerza función sólo del tiempo. Fuerza que depende sólo de la velocidad. Fuerza función sólo de la posición. Trabajo. Energía cinética, potencial y mecánica. Conservación de la energía mecánica. Caso gravitacional. Velocidad de escape. Energía potencial gravitacional.

Capítulo II: movimiento curvilíneo.

Teorema del trabajo y la energía. Fuerzas conservativas. Función potencial escalar. Fuerzas no conservativas. - Movimiento de proyectiles de masa constante. - Impulso. Cantidad de movimiento. Momento Cinético -o Momentum angular- y Teorema del Momento Cinético. Conservación del Momento Cinético. Movimientos Centrales y utilización de coordenadas polares. Fórmula de Binet y ecuación diferencial de la trayectoria para fuerzas centrales función de ρ . Campos gravitatorios.



Órbitas en campos gravitatorios y eléctricos. Distintas trayectorias. Consideraciones sobre la energía. Leyes de Kepler.

Capítulo III: oscilaciones mecánicas.

El Oscilador Armónico Simple -o Lineal- y su energía mecánica. Energía Mecánica del oscilador lineal. Movimiento libre con amortiguación. Casos: supercrítico, crítico y subcrítico. Movimiento Oscilatorio Forzado. Análisis de la amplitud. Factor de amplificación. Resonancia. Aislación de vibraciones. Vibrómetro. Fuerza transmitida y Factor de transmisibilidad. Ejemplos de aplicación. Analogía circuitos eléctricos - mecánicos. Consideraciones sobre: Sistemas con varios grados de libertad, Fuerzas de excitación no armónicas y Sistemas no lineales.

Capítulo IV: movimiento relativo.

Sistemas de referencia inerciales (S.R.I.) y acelerados (S.R.N.I.). Principio de relatividad de Galileo. Elementos de Cinética de un cuerpo rígido y derivada relativa. Rotación, rotación a eje fijo y roto traslación. Derivada de versores, fórmula de Poisson. Movimiento relativo. Velocidad "absoluta", de arrastre y relativa. - Teorema de Coriolis. Aceleración absoluta, de arrastre, relativa y complementaria -Coriolis-. Dinámica del movimiento relativo. - Movimiento de una partícula referida a Tierra. La gravedad terrestre. Influencia del arrastre. Efectos de la fuerza de Coriolis. Análisis de problemas desde sistemas de referencia inercial y no inercial.

Capítulo V: dinámica de los sistemas.

Sistema de partículas, cantidad de movimiento y centro de masas. Centro de masa y centro de gravedad - La ecuación de Newton para sistemas de masa constante o primera ecuación cardinal de la mecánica. Conservación de la cantidad de movimiento del sistema. Movimiento del centro de masas - Momento cinético de un sistema de partículas. Teorema del momento cinético o segunda ecuación cardinal de la mecánica. Casos particulares. Teorema del Trabajo y la Energía para un sistema de partículas. Tercera ecuación cardinal de la mecánica. Sistema de referencia centro de masa. Momento cinético orbital y propio.- Teorema de Kőening sobre la energía cinética de un sistema. Las ecuaciones cardinales en S.R.N.I. Conservación de la energía mecánica en sistemas de partículas. El problema de las dos partículas. Masa reducida. Movimiento impulsivo. Las ecuaciones cardinales modificadas para percusión. Choque de dos cuerpos deformables. Coeficiente de restitución. Casos límites: Choque perfectamente plástico y choque perfectamente elástico. Choque central oblicuo. Consideraciones sobre sistemas de masa variable.

Capítulo VI: dinámica del cuerpo rígido.

Teorema de Euler-Chasles. Invariante vectorial e invariante escalar. Estructura instantánea del campo de velocidades. Eje central. Axoide fijo y axoide móvil. Movimiento polar y plano. Campo de aceleraciones de un cuerpo rígido. Ángulos de Euler. Dinámica del cuerpo rígido. Primera ecuación cardinal. Segunda ecuación cardinal. Tensor de inercia. Teorema matricial de Steiner. Momentos principales de inercia. Elipsoide de inercia. Energía cinética de un cuerpo rígido. Tercera ecuación cardinal. Ecuaciones dinámicas de Euler para cuerpo rígido. Casos particulares. Ejemplos de



aplicación: cuerpo rígido simétrico libre de momentos; determinación de reacciones. Movimiento impulsivo de un cuerpo rígido. Ejemplos de aplicación. Centro de percusión.

Capítulo VII: dinámica de Lagrange.

Conceptos previos. Parámetro de configuración o coordenadas generalizadas. Vínculos o ligaduras. Ejemplos sencillos de ecuaciones vinculares. Vínculos holónomos (V.H.) y sistemas holónomos (S.H.). Vínculos no holónomos (V.N.H.) y sistemas no holónomos (S.N.H.). Grados de libertad (G.L.). Energía cinética de un sistema mecánico en coordenadas generalizadas. Trayectorias y desplazamientos virtuales. Trabajo real y virtual. Fuerzas generalizadas. Ecuación simbólica de la dinámica o de D'Alembert. - Ecuaciones de Lagrange. Ecuaciones de Lagrange para sistemas holónomos, con parámetros independientes y desplazamientos reversibles. Ecuaciones de Lagrange para sistemas holónomos, con parámetros no todos independientes.

Ecuaciones de Lagrange para sistemas holónomos conservativos. Función lagrangeana. Función disipación. Ejemplos de aplicación. Cálculo de variaciones. Principio de Hamilton extendido

Capítulo VIII: mecánica relativista.

Introducción. Relatividad restringida y generalizada. Postulados. Cinemática relativista. Dilatación del tiempo. Tiempo propio. Contracción de longitudes. Sincronización de relojes. Paradoja de los gemelos. Transformaciones de Galileo y de Lorentz. Adición de velocidades. Velocidad límite. Cuadriectores. Dinámica relativista. Cantidad de movimiento y energía relativistas. Equivalencia masa-energía. Fuerza desde el punto de vista relativista. Relaciones. Leyes de conservación. Ejemplos de aplicación. Confrontación con mecánica clásica. Principio de correspondencia.

FORMAS METODOLÓGICAS:

Las clases se desarrollarán con una modalidad teórico-práctica por medio de presentaciones Power Point), centrándose las exposiciones en el desarrollo conceptual de los temas, complementándose con la resolución de problemas y situaciones físicas inherentes a la asignatura y de interés para la ingeniería.

Se enfatizará en la integración de la faz teórica con la faz práctica a los fines de evitar dicotomías en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se propenderá fuertemente al relacionamiento de la materia con asignaturas que los alumnos ya hayan cursado.

Las guías de trabajos prácticos contendrán ejercicios orientados a estimular el pensamiento crítico y se pretende que ofrezcan una revisión de los métodos, ideas y aplicaciones claves. Las guías contendrán ejercicios para resolver en clase y otros sugeridos para que los estudiantes resuelvan de manera autónoma y los puedan revisar en las clases de consulta.



PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS E INCLUSIVOS:

El equipo docente trabaja de manera continua para desarrollar una asignatura con énfasis en las ideas conceptuales y el uso de aplicaciones y proyectos que involucren a los estudiantes en experiencias activas de solución de problemas. Al mismo tiempo, las herramientas informáticas ampliamente disponibles como Maple, Mathematica, MATLAB y Octave son ahora muy utilizadas en la práctica por ingenieros y científicos. Este cambio en la actividad profesional motiva, sin dejar de prestar atención a los métodos analíticos manuales de solución, a incorporar también métodos cualitativos basados en la computadora, que emplean cálculo numérico y visualización gráfica para un mejor entendimiento conceptual de las soluciones de sistemas dinámicos estudiados en Mecánica Teórica.

CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES Y PARCIALES Y NÓMINA DE TRABAJOS PRÁCTICOS:

1° SEMANA

jueves, 24-mar Feriado

viernes, 25-mar Introducción a la mecánica, cinemática de la partícula (T)

2° SEMANA

jueves, 31-mar Cinemática de la partícula (P)

viernes, 1-abr Cinemática de la partícula, Sistema de coordenadas (T)

3° SEMANA

jueves, 7-abr Movimiento relativo, Sistema de referencia inerciales y no inerciales (T)

viernes, 8-abr Sistemas de coordenadas, Movimiento relativo (P)

4° SEMANA

jueves, 14-abr Feriado

viernes, 15-abr Feriado

5° SEMANA

jueves, 21-abr Movimiento relativo, Sistemas de referencia inerciales y no inerciales (T)

viernes, 22-abr Movimiento relativo, Sistemas de referencia inerciales y no inerciales (P)

6° SEMANA

jueves, 28-abr Tipo de Fuerzas, Dinámica de una partícula (T - P)



viernes, 29-abr Primer examen parcial

7° SEMANA

jueves, 5-may Sistema de partículas, Dinámica de un sistema de partículas (TP)

viernes, 6-may Sistema de partículas, Centro de masa, Dinámica de un sistema de partículas (T)

8° SEMANA

jueves, 12-may Propiedades de inercia de sistemas y cuerpos rígidos (TP)

viernes, 13-may Cinemática y dinámica del cuerpo rígido (T)

9° SEMANA

jueves, 19-may Cinemática y dinámica del cuerpo rígido (P)

viernes, 20-may Cinemática y dinámica del cuerpo rígido (P)

10° SEMANA

jueves, 26-may Dinámica del cuerpo rígido, Oscilaciones libres (T)

viernes, 27-may Oscilaciones libres, oscilaciones amortiguadas y oscilaciones forzadas (T)

11° SEMANA

jueves, 2-jun Oscilaciones forzadas, Dinámica de Lagrange (P)

viernes, 3-jun Oscilaciones forzadas, dinámica de Lagrange (T)

12° SEMANA

jueves, 9-jun Segundo examen parcial

viernes, 10-jun Oscilaciones forzadas, Dinámica de Lagrange (P)

13° SEMANA

jueves, 16-jun Dinámica de Lagrange (T)

viernes, 17-jun Dinámica de Lagrange (P)

14° SEMANA

jueves, 23-jun Dinámica de Lagrange (T - P)

viernes, 24-jun Dinámica de Lagrange (T - P)



15° SEMANA

jueves, 30-jun Presentación de trabajos grupales

viernes, 1-jul Examen recuperatorio

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA Y DE CONSULTA ESPECIFICANDO EL EJE TEMÁTICO DE LA ASIGNATURA:

Bibliografía básica

| Título | Autor/s | Editorial | Año de Edición | Ejemplares Disponibles |
|--|---------------------------------|-----------|----------------|------------------------|
| Mecánica. Notas de Cátedra | Bruno Roccia - Pablo Galimberti | | 2015 | |
| Mecánica Teórica | R. Hertig | El Ateneo | 1976 | 3 |
| Mecánica para Ingeniería y sus Aplicaciones T. 2: Dinámica | D. McGill, W. King | | | |
| Mecánica Elemental 2da Edición | Juan G. Roederer | Eudeba | 2002 | 7 |

Bibliografía complementaria y de consulta

| Título | Autor/s | Editorial | Año de Edición | Ejemplares Disponibles |
|---|---|-------------|----------------|------------------------|
| Mecánica Vectorial para Ingenieros. T. 2: Dinámica | Beer, Johnston | McGraw-Hill | 2007 | 1 |
| Mecánica Clásica | Goldstein | | | |
| Mecánica | Symon | | | |
| Dinámica de Lagrange | Dare Wells | McGraw-Hill | 1972 | 1 |
| Dinámica de Lagrange | Dare Wells | McGraw-Hill | 1967 | 2 |
| Mecánica para Ingenieros. T.2: Dinámica | Huang | | | 8 |
| Mecánica T. 1) | Kittel, et al. (Berkeley Physics Course). | Reverté | 1987 | 1 |
| Mecánica T. 1) | Kittel, et al. (Berkeley Physics Course). | Reverté | 1996 | 3 |
| Mecánica T. 1) | Kittel, et al. (Berkeley Physics Course) | Reverté | 1975 | 1 |
| Problemas de Mecánica Teórica | Mesherski | Mir | 1974 | 7 |
| Fundamentals of Applied Dynamics | R. Tenenbaum | Springer | 2004 | 0 |
| Dynamics of Particles and Rigid Bodies: A Systematic Approach | A. V. Rao | Cambridge | 2006 | 0 |
| Analytical Dynamics | H. Baruh | McGraw-Hill | 1999 | 0 |



| | | | | |
|------------------|----------|--|------|---|
| Applied Dynamics | H. Baruh | CRC Press Taylor & Francis Group | 2014 | 0 |
|------------------|----------|--|------|---|

HORARIOS DE CLASES:

| DIA | HORARIO |
|---------|------------|
| Jueves | 15 a 18 hs |
| Viernes | 15 a 18 hs |

HORARIOS DE CONSULTA:

| DIA | HORARIO | LUGAR |
|-----------|-------------|---------------|
| Lunes | 10 a 12 hs. | Oficina LES* |
| Miércoles | 10 a 12 hs. | Lab. Física** |
| Jueves | 10 a 12 hs. | Oficina LES* |

REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y LA PROMOCIÓN:

La evaluación se efectuará a través de parciales virtuales teórico-prácticos de carácter estructurado y/o semiestructurado, trabajos grupales a realizar por los alumnos y examen final de carácter presencial. Se implementarán parciales recuperatorios. Integrando la metodología de evaluación se incluye una valoración global (concepto) de los alumnos. Las fechas de las evaluaciones parciales se consignan en el Cronograma adjunto.

La evaluación final para alumnos regulares se compone de un examen práctico escrito y, en caso de ser aprobado, los mencionados alumnos pasan a un examen teórico. Los alumnos que se encuentran en la condición de libres deben rendir un examen práctico previo. Si el mismo es aprobado, dichos alumnos pasan a rendir el examen final correspondiente a los alumnos regulares.

La condición de regular requiere: i) la entrega de los exámenes parciales y obtener una calificación de aprobado, y ii) entregar y aprobar los trabajos prácticos asignados.

CARACTERÍSTICAS, MODALIDAD Y CRITERIOS DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS, INCLUYENDO EXÁMEN FINAL, ESTABLECIENDO TIEMPOS DE CORRECCIÓN DE LAS MISMAS Y LA DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES:

| EXÁMENES PARCIALES | | | | |
|-------------------------|------------------|-----------|----------------------|--|
| INSTANCIA EVALUATIVA | CARACTERÍSTICAS | MODALIDAD | TIEMPO DE CORRECCIÓN | TIEMPO DE DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES |
| 1 ^{er} Parcial | Teórico Práctico | Escrito | 10 días | 3 días |
| 2 ^{do} Parcial | Teórico Práctico | Escrito | 10 días | 3 días |
| Recuperatorio | Teórico Práctico | Escrito | 10 días | 3 días |



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ingeniería



"LAS MALVINAS
SON ARGENTINAS"

| EXÁMENES FINALES | |
|------------------|----------------|
| CARACTERÍSTICAS | MODALIDAD |
| Práctico | Escrito |
| Teórico | Escrito / Oral |

Firma Docente Responsable

Firma Secretario Académico