

**CÓDIGO DE ASIGNATURA**

**3024**

ASIGNATURA: Mecánica Analítica Computacional

JEFE DE CÁTEDRA: Bettachini, Víctor A.

AÑO: 2024

CARGA HORARIA: 4 horas semanales sincrónicas

---

## OBJETIVOS

Instruir a los alumnos para que en forma autónoma sean capaces de:

- Modelar sistemas mecánicos como un conjunto de cuerpos rígidos en el marco del enfoque analítico de la mecánica (área de la física que responde a tal nombre, más específicamente denominada mecánica analítica o clásica). En particular, identificar y aplicar a la modelización simplificaciones que hagan plausible la misma.
- Generar códigos que aprovechen bibliotecas de cálculo simbólico para generar a partir del modelo analítico sistemas de ecuaciones diferenciales de la dinámica y esfuerzos en tal modelo.
- Aplicar bibliotecas para la integración numérica del sistema de ecuaciones y obtener en forma explícita dinámica y esfuerzos, pasibles de analizar con el auxilio de bibliotecas de graficación.
- Identificar en sistemas de cuerpos rígidos modos las frecuencias normales de oscilación, y el como ajustar parámetros para evitar resonancias ante forzados externos.

---

## CONTENIDOS MÍNIMOS

Esta asignatura corresponde al tercer año de la carrera. Los “Contenidos Curriculares Básicos” para la misma se numeran en el [Anexo I de la Resolución 1541/2021](#), elaborado por Ministerio de Educación de la Nación.

De los “Descriptores de Conocimiento” para el título de Ingeniero Mecánico ordenados en ese documento por “Bloques de Conocimiento” esta asignatura contribuye a los siguientes:

- Tecnologías básicas
  - Dinámica de sistemas mecánicos
  - Mecánica teórica y mecanismos
- Ciencias básicas de la ingeniería
  - Física: Mecánica

## PROGRAMA ANALÍTICO

1. Mecánica newtoniana  
Derivación temporal de vectores y versores en sistemas de coordenadas cilíndrico y esférico.
2. Mecánica analítica  
Ligaduras y grados de libertad. Energías cinética y potencial en función de coordenadas generalizadas. Lagrangiano. Ecuación de Euler-Lagrange. Fuerzas de vínculo y no conservativas en enfoque de Euler-Lagrange.
3. Cuerpo rígido  
Tensor de inercia de un sólido. Ángulos de Euler. Ecuaciones de Euler-Lagrange para rotaciones.
4. Pequeñas oscilaciones  
Modos y frecuencias normales de pequeñas oscilaciones. Amortiguación, forzado y el fenómeno de resonancia.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA *(Debe existir en Biblioteca o estar disponible para la compra)*

Autor	Título	Editorial	Año	Edición
Landau, L.D., Lifshitz, E.M.	Física teórica. I: Mecánica	Reverté	2005	2.a
Martínez, E.O.	Ondas es física	EUdeBA	2009	1.a

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Autor	Título	Editorial	Año	Edición
Roederer, J.G.	Mecánica elemental	EUdeBA	2001	1.a
Taylor, J.R.	Mecánica Clásica	Reverté	2013	1.a
Thornton, S.T., Marion, J.B.	Dinámica clásica de las partículas y sistemas	Reverté	2010	1.a

- Variational Principles in Classical Mechanics  
Douglas Cline  
University of Rochester River Campus Libraries (Rochester, New York, EUA)  
3<sup>rd</sup> ed. (2021), ISBN: 978-0-9988372-3-9  
<http://classicalmechanics.lib.rochester.edu>
- Principles of Mechanics  
Alrasheed, S.  
Springer Cham (Cham, cantón de Zug, Confederación Suiza)  
1st edition (2019), ISBN: 978-3-030-15195-9  
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-15195-9>
- Física universitaria, volumen 1  
Moebs, W. et al.  
Rice University (Houston, Texas, EUA)

(2021) ISBN: 978-1-711494-63-0

<https://openstax.org/details/books/física-universitaria-volumen-1>

---

## METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

En la práctica la totalidad el estudiantado de la carrera de Ingeniería Mecánica está desempeñándose profesionalmente en el año de cursada que corresponde a esta asignatura. Atendiendo a esta necesidad la DIIT pone a su disposición cursada en horario nocturno con un calendario apretado. Este curso atiende a tal situación ordenando sus actividades en torno al uso de un entorno de aprendizaje en línea y asíncrono que permite a los alumnos estudiar a su propio ritmo mediante el enfoque de clase invertida. Previo a las reuniones semanales sincrónicas, los alumnos deben estudiar la teoría y los ejemplos proporcionados en los cuadernos, así como iniciar la resolución de los ejercicios que los acompañan. Durante tales reuniones nocturnas, ya sean en línea o presenciales, se anima a los alumnos a que formulen preguntas y comenten con los docentes los problemas de las guías de ejercicios que no hayan podido resolver a fin de darles un cierre.

Tradicionalmente, los sistemas abordados en los cursos de mecánica analítica se mantienen lo más simples posible, para limitar la extensión del trabajo matemático necesario. Así, rara vez se lleva a cabo la modelización de múltiples partes de una máquina, ya que ello conduciría a un nivel de complejidad a veces insostenible para los estudiantes y el personal docente que trabaja en la pizarra o el papel. Este curso pretende evitar este escollo aprovechando la sintaxis relativamente sencilla de los lenguajes de programación modernos para abordar problemas matemáticos. De este modo es posible introducir rápidamente problemas parecidos a los de la vida real evitando simplificaciones excesivas a los alumnos. Cada lección, ejemplo de aplicación o ejercicio que resuelven los alumnos se escribe en un cuaderno Jupyter utilizando el lenguaje de programación Python. Tras un modelado en el marco de la mecánica analítica de algún dispositivo mecánico, la generación del sistema de ecuaciones diferenciales para su dinámica y/o esfuerzos la realiza la ejecución de un código basado en funciones de la biblioteca de cálculo simbólico SymPy. Los sistemas lineales de ecuaciones diferenciales se resuelven por integración numérica con funciones de las bibliotecas Scipy y Numpy. Los resultados explícitos se analizan gráficamente haciendo uso de funciones de la biblioteca matplotlib.

El soporte informático provee dos ventajas adicionales sobre las herramientas tradicionales: la claridad y la reutilización del material presentado. No solo cada gráfico y esquema es más claro que lo que puede dibujarse a mano alzada sino que cada fórmula en el material está estandarizada en notación LaTeX aprobada por la American Mathematical Society. La reutilización reporta un ahorro de tiempo y esfuerzo al alumno que no debe emplearse en la tradicional transcripción de pizarrón a papel o en la repetición de procedimientos similares en cada sucesivo ejercicio. Todo el material se comparte en un repositorio Git, incluyendo el código del ejemplo de aplicación práctica presentado en clase. Basta con realizar ligeras modificaciones sobre el mismo para resolver los restantes problemas de la guía de ejercicios.

---

## EXPERIENCIAS DE LABORATORIO/ TALLER / TRABAJOS DE CAMPO

No se realizarán experiencias de laboratorio. Las simulaciones numéricas de la dinámica de sistemas mecánicos ilustran las temáticas.

---

## METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

---

En un primer ejercicio integrador el estudiante debe ser capaz de obtener la solución numérica para dinámica y esfuerzos de sistemas mecánicos simples en el marco de la mecánica analítica de Euler-Lagrange. Lo entrega en el formato de cuaderno Jupyter

La resolución del segundo ejercicio integrador debe presentarle en forma oral al tiempo que proyecta el correspondiente cuaderno Jupyter al cuerpo docente. El alumno debe ser capaz de articular los supuestos y procedimientos que empleó para determinar los esfuerzos externos que deben aplicarse al sistema para realizar la secuencia de movimientos planteados en el enunciado del ejercicio.

---

## CRONOGRAMA ORIENTATIVO DE ACTIVIDADES

---

Clase	Contenido
1	Metodología del curso. Análisis matemático vectorial simbólico computacional.
2	Grados de libertad. Coordenadas generalizadas. Energía cinética y potencial gravitatoria.
3	Ecuaciones de Euler-Lagrange. Energía potencial elástica.
4	Ligaduras como función de coordenadas.
5	Resolución numérica de las ecuaciones de Euler-Lagrange.
6	Fuerzas de ligadura por multiplicadores de Lagrange.
7	Fuerzas no conservativas en el marco de Euler-Lagrange.
8	Tensor de inercia de arreglos de masas puntuales. Integrador 1.
9	Cuerpos rígidos.
10	Ecuaciones de Euler para el cuerpo rígido.
11	Integrador 2 enunciado.
12	Oscilaciones forzadas de un grado de libertad y en sistemas discretos.
13	Modos normales de oscilación en sistemas discretos.
14	(continúa)
15	Integrador 2 presentación.
16	Recuperatorio.

---

## CONDICIONES DE CURSADA Y APROBACIÓN

---

En conformidad por lo establecido en el [ANEXO II – Sobre Coursado y Aprobación de Asignaturas de Grado y Pregrado de la Resolución N° 054/2011 “Régimen Académico Integrado”](#) aprobada por el

H. Consejo Superior de la Universidad Nacional de La Matanza.

“Declaro que el presente programa de estudios de la asignatura Mecánica General, es el vigente para el ciclo lectivo 2024, guarda consistencia con los contenidos mínimos del Plan de Estudios”

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Aclaración

\_\_\_\_\_  
Fecha