

Asignatura: **Mecánica Racional**

Código: 10-09305

RTF

6

Semestre: 5to

Carga Horaria

72

Bloque: Tecnologías básicas

Horas de Práctica

Departamento: Física

Correlativas: Ing. Aeroespacial;  
Correlativa 1: Física 1  
Correlativa 2: Análisis Matemático 3

Contenido Sintético:

1. Sistemas de vectores deslizantes
2. Cinemática del punto
3. Cinemática del cuerpo rígido
4. Dinámica del punto
5. Movimiento central
6. Movimiento vibratorio
7. Dinámica de los sistemas
8. Momentos de inercia
9. Dinámica del cuerpo rígido
10. Dinámica Analítica

Competencias Genéricas:

- **CG1.** Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- **CG4.** Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería
- **CG7.** Competencia para comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

Competencias Específicas:

Ingeniería Aeroespacial

**CEI B** Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

**CEI C:** Competencia para calcular, diseñar y proyectar aerodinámica de vehículos en flujo incompresible y compresible.

**CEI D:** Competencia para analizar la performance, la operación en distintas condiciones y todo lo referente a la mecánica de vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

**CEI E:** Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

**CEI F:** Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

**CEI G:** Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

**CE3 A:** Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

# Presentación

Mecánica Racional es una asignatura que pertenece al tercer año (quinto cuatrimestre) de las carreras de Ingeniería Aeroespacial. Al momento de transitar este espacio curricular, el estudiante ha cursado las asignaturas de: Física 1 y 2, Análisis Matemático 1, 2 y 3 y Estructuras Isostáticas. La asignatura abarca el estudio de la mecánica newtoniana aplicada a partículas, sistema de partículas y cuerpos rígidos y la dinámica analítica con el estudio y aplicación de las ecuaciones de Lagrange. A través del cursado de la asignatura, el estudiante desarrollará las competencias propuestas. La Mecánica está presente en un extenso, variado y creciente universo de aplicaciones que van desde los mecanismos más sencillos hasta aplicaciones en robótica.

La asignatura está pensada desde un enfoque constructivista centrado en el estudiante donde se proponen una serie de actividades de desarrollo tanto individuales como grupales donde el estudiante debe plantear y resolver situaciones problemáticas donde deberá explicitar los conceptos involucrados, la estrategia de resolución y el análisis crítico de los resultados obtenidos. Se pretende con esto desarrollar las competencias propuestas desde el aprender haciendo a través de la resolución de problemas.

Son objetivos de la asignatura:

- Capacitar a los y las estudiantes en las técnicas de resolución de problemas utilizando como apoyo herramientas informáticas adecuadas.
- Consolidar la comprensión de los fundamentos de las leyes de la Mecánica, para aplicarlos al cálculo de esfuerzos y análisis de movimientos.
- Desarrollar en los estudiantes, hábitos que potencien tanto su autonomía y trabajo en equipo reforzando el espíritu crítico y la actitud creadora.

## Contenidos

### **CAPÍTULO I: SISTEMAS DE VECTORES DESLIZANTES**

1. Momento de un vector y de un sistema de vectores.
2. Campos de momentos. Resultante. Invariante escalar y eje central.
3. Sistemas equivalentes. Reducción canónica.

### **CAPÍTULO II: CINEMATICA DEL PUNTO**

1. Posición, velocidad, aceleración. Trayectoria, Hodógrafa.
2. Componentes intrínsecos de la velocidad y la aceleración.
3. Componentes polares y cilíndricas de la posición, la velocidad y la aceleración.

### **CAPÍTULO III: CINEMATICA DEL CUERPO RÍGIDO**

4. Sistema rígido. Traslación, rotación, movimiento rígido general. Teoremas de Euler y Chasles. Composición de movimientos rígidos en general.
5. Campo de velocidades. Composición de movimientos rígidos.

6. Movimiento relativo. Composición de velocidades y aceleraciones. Teorema de Coriolis. Aplicaciones
7. Movimiento rígido plano. Centro instantáneo de rotación. Base y rodante.

#### **CAPITULO IV: DINAMICA DEL PUNTO**

8. Principios de Newton. Referencias inerciales y no inerciales. Fuerzas de inercia.
9. Integración de las ecuaciones de movimiento. Distintos tipos de fuerzas. Condiciones iniciales.
10. Trabajo. Energía cinética y potencial. Fuerzas conservativas y disipativas.

#### **CAPÍTULO V: MOVIMIENTO CENTRAL**

11. Fuerzas centrales. Velocidad areolar. Fórmula de Binet.
12. Movimiento kepleriano. Cónicas. Determinación de la fuerza. Determinación de la órbita. Ley de gravitación universal.
13. Hodógrafa del movimiento planetario. Potencial de fuerzas gravitacionales. Naturaleza de la órbita de acuerdo a la energía. Problema de los dos cuerpos.

#### **CAPÍTULO VI: MOVIMIENTO VIBRATORIO**

14. Oscilador armónico simple.
15. Oscilaciones libres, amortiguadas y forzadas. Resonancia
16. Oscilaciones acopladas.

#### **CAPITULO VII: DINAMICA DE LOS SISTEMAS**

17. Centro de masa. Cantidad de movimiento y momento cinético de un sistema.
18. Teorema de la cantidad de movimiento. Teorema del movimiento del baricentro. Teorema del momento cinético.
19. Ecuaciones cardinales de movimiento de un sistema cualquiera.
20. Energía cinética de un sistema. Teorema de König. Conservación de la energía mecánica.

#### **CAPITULO VIII: MOMENTOS DE INERCIA**

21. Momento de inercia con respecto a un eje. Momentos centrífugos o productos de inercia.
22. Tensor de inercia de un sistema material. Elipsoide de inercia. Ejes principales de inercia
23. Teoremas sobre los planos y ejes de simetría de un sistema material.
24. Momentos de inercia respecto a ejes paralelos. Productos de Inercia respecto a ejes paralelos. Ejes centrales de inercia.

#### **CAPITULO IX: DINAMICA DEL CUERPO RIGIDO**

25. Ángulos de Euler. Componentes del vector rotación.
26. Momento cinético del sistema rígido. Energía cinética de un sistema rígido.
27. Dinámica de un sistema rígido con un eje fijo y punto fijo. Reacciones dinámicas. Ecuaciones de Euler.

28. Giróscopo. Precesión estable del giróscopo. Efectos giroscópicos. Trompo.

## **CAPITULO X: DINAMICA ANALITICA**

29. Ligaduras holónomas y no holónomas. Energía cinética de un sistema holónimo.
30. Desplazamiento virtual. Trabajo virtual. Trabajo virtual en condiciones de equilibrio. Principio de los trabajos virtuales.
31. Principio de D'Alembert. Relación y ecuación simbólica de la dinámica. Ecuaciones de Lagrange. Función Lagrangiana.

## **Metodología de enseñanza**

Esta asignatura tiene parte de la premisa de que es el estudiante la parte central de la enseñanza y además parte activa del proceso de enseñanza y aprendizaje. El docente, como otro actor fundamental del proceso mencionado, cumple la función de facilitador y tutor durante el proceso. Teniendo presente esto y para alcanzar los resultados de aprendizajes propuestos, el desarrollo de los contenidos se llevará a cabo mediante clases teóricas y prácticas presenciales con enfoque constructivista secuenciando los contenidos del tal manera que posibiliten enseñar a partir de lo que el estudiante ya conoce, a través de formulaciones matemáticas acorde con los conocimientos de análisis matemático y principios de la física que ya posee.

En las clases se exponen los ejercicios a ser resueltos por los estudiantes, dando indicaciones generales de cómo resolverlos y alertando sobre las dificultades. No se intenta proponer el aprendizaje por la repetición de ejercicios, sino más bien, desarrollar la autonomía del estudiante.

Como complemento a las clases presenciales, la cátedra tiene un aula virtual en el campus virtual de La FCEFYN, donde está disponible material escrito (guía de clases teóricas, guía de ejercicios y problemas propuestos y resueltos, modelos de exámenes parciales y exámenes finales, etc.) y material audiovisual (clases grabadas de los distintos contenidos del programa) que le permitirán al estudiante repasar y reforzar los distintos contenidos de la asignatura. Estos materiales estarán disponibles antes de cada clase.

## **Actividades prácticas**

En base a la metodología de enseñanza propuesta, durante el cursado de la asignatura los estudiantes realizarán actividades prácticas, como:

- Resolución de cuestionarios, con la intervención de los estudiantes (exposición dialogada),
- Resolución de ejercicios y problemas con ayuda de una guía de ejercicios en grado creciente de dificultad.
- Resolución de problemas de aplicación a la ingeniería aeroespacial tanto de manera individual como grupal.
- Resolución de problemas abiertos o semiabiertos para ser trabajados tanto de manera individual como grupal, pudiendo utilizarse programas de

computación para su resolución, como contenido transversal a la asignatura.

- Resolución de actividades prácticas obligatorias que se presentarán a través del aula virtual y que se entregarán para su corrección.

## Evaluación

La evaluación se llevará a cabo mediante dos modalidades: continua y sumativa. La evaluación continua se realiza mediante la presentación de las actividades obligatorias en los tiempos estipulados por la cátedra. La evaluación sumativa se llevará a cabo mediante la realización de 4 (cuatro) exámenes parciales durante el cuatrimestre de cursado, con la posibilidad de recuperar dos (2) de ellos (por ausencia o aplazo, tanto para regularizar la materia como para alcanzar la promoción). Como herramienta de evaluación se utilizará la rúbrica.

Dependiendo de la condición académica alcanzada por el estudiante, deberá rendir un examen final en condición de regular para acceder a la aprobación de la materia. En todas las instancias, el docente a cargo de la evaluación evaluará el desempeño y desarrollo de las competencias de acuerdo al tipo de rúbrica que se detalla más abajo. En todos los casos la instancia de evaluación se aprueba cumplimentando el 60% de la exigencia de cada caso.

Indicador	Nivel			
	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
<b>Describe adecuadamente el contexto físico donde ocurre el evento objeto del problema para interpretarlo correctamente, reconociendo las magnitudes intervinientes y el sistema de unidades.</b>	Describe de manera detallada el contexto físico al plantear la resolución del problema y lo relaciona completamente con los contenidos teóricos estudiados, identificando claramente todas las magnitudes intervinientes, utilizando de manera eficiente el sistema de unidades.	Describe de manera poco detallada el contexto físico al plantear la resolución del problema y lo relaciona completamente con los contenidos teóricos estudiados, identificando claramente todas las magnitudes intervinientes, utilizando de manera eficiente el sistema de unidades.	Describe de manera poco detallada el contexto físico al plantear la resolución del problema y lo relaciona parcialmente con los contenidos teóricos estudiados, identificando claramente alguna de las magnitudes intervinientes, utilizando de manera eficiente el sistema de unidades.	No describe el contexto físico al plantear la resolución del problema y lo relaciona escasamente con los contenidos teóricos estudiados, no identificando claramente todas las magnitudes intervinientes, utilizando de manera poco eficiente el sistema de unidades.

<p><b>Organiza su trabajo, siguiendo metodologías claras, describiendo con claridad la conexión conceptual entre datos e incógnitas.</b></p>	<p>Planifica e implementa estrategias de trabajo explicitando un adecuado marco conceptual apoyándose en infografías, diagramas y representaciones coherentes con la situación planteada identificando datos e incógnitas claramente.</p>	<p>Implementa estrategias de trabajo explicitando un adecuado marco conceptual apoyándose en infografías, diagramas y representaciones coherentes con la situación planteada identificando datos e incógnitas claramente</p>	<p>Implementa estrategias de trabajo explicitando un marco conceptual apoyándose en infografías, diagramas y representaciones coherentes con la situación planteada identificando algunos datos e incógnitas</p>	<p>Implementa alguna estrategia de trabajo explicitando un marco conceptual apoyándose en infografías, diagramas y representaciones de manera escasa con la situación planteada identificando algunos datos e incógnitas</p>
<p><b>Analiza de manera clara y detallada los enunciados de los problemas/ejercicios para interpretar la dinámica de los sistemas mecánicos en el marco de la resolución de problemas.</b></p>	<p>Interpreta claramente el enunciado del problema y analiza en forma oral y escrita, con muy buena precisión y claridad la dinámica de los sistemas mecánicos.</p>	<p>Interpreta el enunciado del problema y analiza en forma oral y escrita, con buena precisión y claridad la dinámica de los sistemas mecánicos</p>	<p>Interpreta el enunciado del problema y analiza en forma oral y escrita, con escasa precisión y claridad la dinámica de los sistemas mecánicos</p>	<p>No interpreta el enunciado del problema y analiza en forma oral y escrita, sin precisión y claridad la dinámica de los sistemas mecánicos</p>
<p><b>Justifica los resultados obtenidos con el propósito de avalar el proceso de resolución empleado teniendo en cuenta las hipótesis del modelo utilizado.</b></p>	<p>Justifica de manera escrita y oral los resultados obtenidos en la resolución del problema con alto grado de precisión y en caso de obtener incoherencias, rechaza el resultado y revisa todo el procedimiento.</p>	<p>Justifica de manera escrita y oral los resultados obtenidos en la resolución del problema con precisión y en caso de obtener incoherencias, rechaza el resultado y revisa todo el procedimiento.</p>	<p>Justifica de manera escrita y oral los resultados obtenidos en la resolución del problema con precisión y en caso de obtener incoherencias, justifica el resultado y revisa parte del procedimiento.</p>	<p>Justifica de manera escrita y oral los resultados obtenidos en la resolución del problema sin precisión y en caso de obtener incoherencias, no las justifica.</p>

## Condiciones de aprobación

### Requisitos para alcanzar la promoción.

- 1.- Asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas.
- 2- Aprobar el 60 % de las actividades obligatorias propuestas.
- 3- Aprobar todos y cada uno de los temas de cada parcial con nota de cuatro (4).
- 4- Se podrán recuperar 2 (dos) de los 4 (cuatro) exámenes parciales siendo condición para rendir estos haber aprobado al menos 2 (dos) exámenes parciales.

### Requisitos para alcanzar la regularidad

Los alumnos que cumplan con el 50% de las exigencias referidas a los parciales y tengan la asistencia requerida en el punto dos, además de las actividades obligatorias, serán considerados regulares.

# Competencias y resultados de aprendizaje

## Competencias genéricas

**CG1:** Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

**CG 4.** Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.

**CG7.** Competencia para comunicarse con efectividad

## Competencias específicas

### Carrera de Ingeniería Aeroespacial

**CE1 B:** Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

**CE1 C:** Competencia para calcular, diseñar y proyectar aerodinámica de vehículos en flujo incompresible y compresible.

**CE1 D:** Competencia para analizar la performance, la operación en distintas condiciones y todo lo referente a la mecánica de vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

**CE1 E:** Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

**CE1 F:** Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

**CE1 G:** Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

**CE3 A:** Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

## Resultados de aprendizaje

R1: Describe adecuadamente el contexto físico donde ocurre el evento objeto del problema para interpretarlo correctamente, reconociendo las magnitudes intervinientes y el sistema de unidades.

R2: Organiza su trabajo, siguiendo metodologías claras, describiendo con claridad la conexión conceptual entre datos e incógnitas.

R3: Analiza de manera clara y detallada los enunciados de los problemas/ejercicios para interpretar la dinámica de los sistemas mecánicos en el marco de la

resolución de problemas.

R4: Justifica los resultados obtenidos con el propósito de avalar el proceso de resolución empleado teniendo en cuenta las hipótesis del modelo utilizado.

## Bibliografía

BEER y JOHNSTON. *Mecánica Vectorial para Ingenieros. Tomo II. Dinámica*. McGraw Hill. Duodécima edición. 2021.

R. HIBBELER. *Ingeniería Mecánica: dinámica*. Prentice Hall, EE.UU., 2010.

SHAMES IRVING: *Mecánica para Ingenieros - Dinámica - 4ª Edición* – Madrid - Prentice Hall – 1999

BEDFORD – FOWLER. *Mecánica para ingeniería- Dinámica* – Quinta edición – Pearson – Prentice Hall – México - 2008

J.L. MERIAM – L.G. KRAIGE. *Mecánica para Ingenieros - Dinámica* – 3ra Edición – Reverté. España, 1997

J.B. MARION. *Dinámica Clásica de la Partícula y Sistemas*. Reverté, España, 2003. (\*)

A. PYTEL & J. KIUSALAAS. *Ingeniería Mecánica-Dinámica 3ra Edición* – Cengage Learning. México, 2010.

O. MORESCHI. *Fundamentos de la Mecánica de Sistema de Partículas*. UNC. Argentina, 2000

G. MORELLI. *Mecánica Teórica*. 1ra Edición- Universitas, Argentina, 2010 (\*)

JOHN. R. TAYLOR. *Mecánica Clásica*. 1ra Edición. Reverté. España, 2018. (\*)

GOLDSTEIN, Herbert. *Mecánica clásica*. 2da Edición. Reverté. España, 1998.

HERTIG, R. *Mecánica teórica*. 3ra Edición. El Ateneo. Argentina, 1970.

L. B. LANDAU y E. M. LIFSHITZ. *Mecánica*. 1ra edición. Reverté. España, 1970.

J. ROEDERER. *Mecánica Elemental*. 2da Edición. Eudeba. Argentina, 1963.

M. SPIEGEL. *Teoría y problemas de Mecánica Teórica*. 2da Edición. Mc Graw Hill. México, 1976.

D. WELLS. *Teoría y problemas de Mecánica de Lagrange*. Mc Graw Hill. México, 1970.

GREENWOOD, Donald T. *Classical Dynamics*. Segunda edición. Dover Pub. 1997.