



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

DEPARTAMENTO: Ingeniería Mecánica

CARRERA: Ingeniería Mecánica

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR: Mecánica Racional

Año Académico: 2023

Área: Mecánica

Bloque: Tecnologías básicas

Nivel: 3

Tipo: Obligatoria

Modalidad: Anual

Cargas horarias totales:

<i>Horas reloj</i>	<i>Horas cátedra</i>	<i>Horas cátedra semanales</i>
120	160	5

COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE CÁTEDRA:

Profesor/a Adjunto/a: Jorge Alejandro Vitaliti, Juan Fransisco Pfeiffer, Gabriel Sánchez

JTP: Daniel Rosace

ATP 1º: Franco Aiducic

FUNDAMENTACIÓN

La asignatura es parte del bloque Tecnologías Básicas y su contenido forma parte del aprendizaje del diseño mecánico en ingeniería. Tiene como finalidad que el alumno desarrolle la capacidad de predecir el movimiento de los cuerpos rígidos bajo el efecto de las fuerzas, sirviendo como ayuda para llevar a cabo el diseño técnico creativo. Utiliza las herramientas básicas del álgebra vectorial, el análisis diferencial y de los principios de la física.

Sabido es que la industria utiliza un gran número de maquinarias para desarrollar sus objetivos, ya sea en el transporte, procesos productivos industriales, industria agrícola, vial, textil, minera, de generación y transmisión de energía, entre otros, donde los componentes de todas ellas requieren el conocimiento de las características de su estado de movimiento y de las fuerzas que intervienen, siendo una de las bases para su diseño. El desarrollo de maquinaria automática cada vez de más alta velocidad aplica los conocimientos de esta asignatura. El desarrollo de las habilidades que el alumno



obtenga en esta etapa de aprendizaje, da el sustento al profesional egresado en el área del proyecto mecánico.

COMPETENCIAS DE EGRESO ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:

Competencia	Competencias de Actividades reservadas			Competencias de Alcances
	Baja	Media	Alta	
C.E.1.1 Diseñar y desarrollar proyectos de máquinas, estructuras, instalaciones y sistemas mecánicos, térmicos y de fluidos mecánicos, sistemas de almacenaje de sólidos, líquidos y gases; dispositivos mecánicos en sistemas de generación de energía; y sistemas de automatización y control aplicando metodologías asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.			X	
C.E.1.2 Calcular e implementar tecnológicamente una alternativa de solución, aplicando metodologías asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.		X		
CE9.1. Realizar pericias, tasaciones y arbitrajes de cualquier naturaleza vinculados a la ingeniería mecánica respetando marcos normativos y jurídicos con el objeto de asesorar a las partes.				X



COMPETENCIAS DE EGRESO GENÉRICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:

Competencia	Baja	Media	Alta
CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería			X
CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería		X	
CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería		X	
CG5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas		X	
CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo			X
CG7: Comunicarse con efectividad		X	
CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global			X
CG9: Aprender en forma continua y autónoma			X
CG10: Actuar con espíritu emprendedor		X	

OBJETIVOS (APRENDIZAJE/LOGROS A ALCANZAR)

- Analizar las leyes de la mecánica del sólido.
- Aplicar las leyes de la mecánica al estudio del movimiento del punto material, de los sistemas de puntos materiales y de los cuerpos rígidos.
- Implementar los principios de las vibraciones en sistemas mecánicos.
- Utilizar las herramientas desarrolladas en el diseño de diversas máquinas y mecanismos que se emplean en la industria.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en el desarrollo de sistemas mecánicos automáticos y de alta velocidad.
- Modelizar las conclusiones obtenidas de las vibraciones mecánicas en el diseño de las cimentaciones de máquinas.

CONTENIDOS

Contenidos mínimos

- Estudio del movimiento de la partícula aislada. Cinemática y dinámica.
- Ecuaciones de la dinámica de los sistemas de partículas.
- Movimiento central. Movimiento impulsivo. Choque. Sistemas de masa variable.
- Estudio del cuerpo rígido.
- Movimiento relativo. Velocidad y aceleración



- Dinámica en el movimiento relativo.
- Cinemática y dinámica de los cuerpos rígidos.
- Sistemas vibrantes libres de un grado de libertad.
- Sistemas amortiguados.
- Sistemas forzados.
- Transmisibilidad
- Respuesta en frecuencia.
- Sistemas de varios grados de libertad libres y forzados.

Contenidos analíticos

UNIDAD TEMÁTICA I: CINEMÁTICA DEL PUNTO MATERIAL

Estudio extrínseco del movimiento de un punto material. Movimiento curvilíneo general. Sistema de referencia cartesiano ortogonal. Definiciones de posición, velocidad, aceleración y pulso. Ecuación horaria de los movimientos uniforme, uniformemente variado y acelerado. Gráficos de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo. Aceleración en función de la velocidad y en función de la posición. Estudio extrínseco del movimiento de un punto. Ley horaria del movimiento. Definición de los vectores posición, velocidad y aceleración; sus proyecciones en la terna intrínseca, triedro de Frenet. Estudio plano en coordenadas polares, posición, velocidad y aceleración radial y transversal. Expresiones de Gastón Darboux. Análisis del movimiento en el espacio en coordenadas cilíndricas y en coordenadas esféricas. Movimientos periódicos. Movimiento circular, velocidad y aceleración angular. Velocidad y aceleración areolar.

UNIDAD TEMÁTICA II: DINÁMICA DEL PUNTO MATERIAL

Punto material libre. Fundamentos de la Dinámica. Leyes de Newton: noción de fuerza, principios de inercia, de masa, de acción y reacción. Sistemas de referencia, inerciales y no inerciales. Sistema de referencia en rotación. Ecuación fundamental de la Dinámica. Expresiones de las fuerzas naturales (fuerzas constantes, fuerzas variables en función del tiempo, de la posición, de la velocidad, y fuerzas variables en general). Ecuaciones del movimiento de un punto material en un campo gravitatorio: tiro oblicuo y caída libre en el vacío y en un medio resistente. Velocidad límite. Trabajo de una fuerza. Energía cinética. Principio del trabajo y la energía. Teorema de las fuerzas vivas. Fuerzas conservativas y energía potencial. Conservación de la energía. Potencia. Determinación de las magnitudes dinámicas derivadas. Cantidad de Movimiento e impulso lineal. Momento cinético. Derivada del momento cinético. Conservación de la cantidad de movimiento lineal y del momento cinético. Principio del impulso y la cantidad de movimiento angulares. Teoremas de conservación. Choque. Flujo de corriente de un



fluido. Sistemas que ganan y pierden masa. Movimiento debido a una fuerza central, fórmula de Binet, su aplicación al movimiento planetario. Leyes de Kepler.

UNIDAD TEMÁTICA III: CINEMÁTICA DE LOS SISTEMAS RÍGIDOS

Vínculo de rigidez. Representación analítica de la configuración de un sistema rígido. Condición cinemática de la rigidez sobre el vector velocidad y el vector aceleración. Movimiento de traslación, velocidad y aceleración en un movimiento traslatorio, rectilíneo o curvilíneo. Movimiento de rotación, velocidad y aceleración en un movimiento rotatorio. Composición de movimientos rígidos. Composición de movimientos traslatorios. Composición de movimientos rotatorios concurrentes a un punto del espacio. Cupla de rotaciones. Composición de rotaciones con traslaciones: perpendiculares, paralelas y general. Centro de reducción propio e impropio. Invariantes escalar y vectorial de un movimiento rototraslatorio. Composición de rotaciones no concurrentes a un punto del espacio. Movimiento helicoidal tangente. Eje instantáneo de rotación. Estado de movimiento de los distintos puntos que componen un cuerpo rígido. Estudio del movimiento rígido general. Análisis del movimiento absoluto. Análisis del movimiento relativo. Movimientos, velocidades y aceleraciones relativa, de arrastre y absoluta. Teorema de composición de las velocidades (Galileo). Teorema de composición de las aceleraciones. Teorema de Coriolis. Derivada de un vector respecto de una terna en rotación. Fórmulas de Poisson. Ternas inerciales y no inerciales. Movimiento polar. Movimiento rígido plano. Polo de las velocidades o centro instantáneo de rotación. Curvas base y ruleta, estudio del movimiento mediante sus trayectorias polares.

UNIDAD TEMÁTICA IV: DINÁMICA DE SISTEMAS RÍGIDOS.

Momento estático de un sistema de puntos materiales. Centro de masa o baricentro. Momentos de segundo orden respecto a los ejes coordenados. Expresiones de los momentos de inercia y centrífugos respecto de los ejes coordenados. Momentos de inercia principales. Momento de inercia respecto de un eje cualquiera. Teorema de Steiner. Elipsoide de inercia. Tensor de inercia. Sólidos con estructura giroscópica. Cantidad de movimiento y momento angular de un sistema de puntos materiales. Teorema del movimiento del baricentro de dicho sistema. Momento de la cantidad de movimiento de un sistema de puntos materiales con respecto a un punto cualquiera y con respecto al baricentro. Energía cinética de un sistema de puntos materiales. Teorema de König. Vínculos interiores y exteriores a un sistema de puntos materiales. Ecuaciones universales de la dinámica de un sistema de puntos materiales para terna inerciales y no inerciales; relación entre el impulso y la cantidad de movimiento. Transformación de un sistema de puntos materiales en un cuerpo rígido. Cantidad de movimiento y momento angular. Conservación de la cantidad de movimiento y del momento angular. Energía cinética de traslación y de rotación. Obtención de las expresiones de las componentes de los vectores cantidad de movimiento y momento de la cantidad de movimiento en función de la energía cinética y viceversa derivada de la cantidad de movimiento. Teorema del movimiento del centro de masa. Ecuaciones



cardinales de la dinámica. Ecuaciones de Euler. Aplicación de las ecuaciones cardinales a un sólido con un eje fijo, cálculo de las reacciones dinámicas sobre apoyos de un órgano en rotación. Ecuaciones cardinales de la dinámica utilizando el concepto de movimiento relativo. Sólido vinculado. Ecuaciones del movimiento. Giróscopo. Ángulos de Euler. Movimiento sin par de torsión.

UNIDAD TEMÁTICA V: VIBRACIONES MECÁNICAS.

Generalidades. Movimientos armónicos. Vibraciones libres. Sistema masa- resorte. Ecuación del movimiento, su solución análisis de la velocidad y aceleración máxima de la masa oscilante, pulsación propia del sistema, frecuencia y período de la oscilación. Resortes en serie y en paralelo. Sistemas pendulares, péndulo físico, soluciones aproximadas y exactas de la ecuación diferencial resultante. Su aplicación al diseño de máquinas. Vibraciones amortiguadas. Sistema masa-resorte con amortiguación viscosa. Ecuación diferencial del movimiento y su resolución. Amortiguamiento crítico del sistema. Análisis de las soluciones en los casos de sistema subamortiguado o sobreamortiguado. Análisis de las soluciones y gráficos. Vibraciones forzadas. Fuerzas variables aplicadas sobre la masa que vibra sobre el soporte del sistema masa-resorte. Resolución de la ecuación diferencial resultante. Análisis de la amplitud del movimiento resultante. Factor de amplificación en función de la pulsación propia del sistema y de la pulsación de perturbación. Estudio del fenómeno de resonancia. Vibraciones forzadas amortiguadas. Sistema masa- resorte con amortiguación viscosa

Ecuación diferencial del movimiento y su solución general. Análisis de la solución permanente. Factor de amplificación. Transmisibilidad, factor de transmisibilidad. Aplicación al diseño de fundaciones de maquinarias. Analogía eléctrica



DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Modalidad organizativa de las clases	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Horas totales
Teórica	60		60
Formación práctica	60		60

Tipo de prácticas	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales	Lugar donde se desarrolla la práctica (si corresponde indicar laboratorio, ámbito externo)
Formación experimental			
Problemas abiertos de Ingeniería (ABP)			
Proyecto y diseño			
Ejercicios y resolución de problemas estructurados.	60		Aula
Práctica supervisada			
Total de horas	60		

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Teóricas

Presentación del tema a desarrollar dentro del contenido general de la asignatura. Exposición del tema en forma deductiva aplicando los principios básicos, propuesta de desarrollo y conclusiones finales. Intercambio con el alumno acerca de la validez de las conclusiones.

El material de apoyo se encuentra disponible en el Aula Virtual como PPT, archivos PDF y videos, induciendo al alumno a la lectura previa a la clase, favoreciendo el espacio de intercambio y consultas.

La clase presencial aporta el uso del pizarrón como instrumento auxiliar para ampliar y/o aclarar conceptos sobre los temas expuestos.

El Aula Virtual aporta el espacio permanente de consulta y sugerencias a través del Foro destinado a sus efectos, promoviendo el intercambio alumno - docentes y entre los mismos alumnos.



Práctica: Presentación de una situación problemática a resolver, fijando las líneas de solución flexibles que permitan aplicar los principios básicos dentro de los datos generales prefijados.

El planteo y la explicación general fija las pautas básicas para permitir a los alumnos iniciar el desarrollo de la actividad en forma autónoma, promoviendo la generación de tal habilidad bajo el análisis de las soluciones posibles aplicando los principios y las leyes básicas de la mecánica como herramienta general, desalentando la aplicación sistemática de la estructura memorizada de los problemas de ejemplo resueltos en los libros de texto.

La organización de los alumnos es en grupos, con la posibilidad de la consulta con el cuerpo docente durante el horario fijado para la actividad, la cual concluye fuera del espacio áulico para finalmente presentar formalmente el desarrollo de la actividad como informe final.

Listados de Trabajos Prácticos

Se realizan en forma presencial dentro del espacio áulico.

T.P. Nº1 Cinemática del Punto Material. (CPM)

T.P. Nº2 Dinámica del Punto Material. (DPM)

T.P. Nº3 Vibraciones Mecánicas. (VM)

T.P. Nº4 Cinemática del Cuerpo Rígido. (CCR)

T.P. Nº5 Dinámica del Cuerpo Rígido. (DCR)

La estructura de la actividad práctica se basa en la resolución de problemas estructurados, de dificultad creciente, comenzando por la aplicación de las leyes y expresiones básicas, aumentando gradualmente la complejidad tanto en la interpretación física del movimiento como en las herramientas matemáticas necesarias para su resolución.

El desarrollo es grupal, en el espacio áulico, intercambiando dentro de los integrantes del grupo como entre los grupos de alumnos y el cuerpo docente.

Se busca dentro de las pautas de solución, la interpretación física y el cumplimiento de las leyes básicas del movimiento, abstrayéndose de la complejidad matemática de la solución.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)

Las evaluaciones son escritas y se realizan en forma presencial. Las mismas se desarrollan una en cada finalización de cuatrimestre, e incluyen los temas desarrollados en el mismo. Los contenidos son teóricos, donde se requiere la justificación de las



respuestas propuestas, y prácticos, donde se solicita resolver una situación problemática similar a las desarrolladas en las actividades prácticas.

Requisitos de regularidad

La regularidad de la cursada se obtiene con el 75% de presentismo, la aprobación de las evaluaciones parciales con 6 (seis) puntos como mínimo o sus instancias de recuperación, las cuales se prevén 2 (dos) por cada evaluación parcial, una de cada una dentro del año calendario lectivo y las restantes en febrero/marzo, más la aprobación de la totalidad de los trabajos prácticos, dentro del año calendario de la cursada. Se aprueba la materia mediante un examen final.

Requisitos de aprobación directa

El régimen de promoción directa consiste en la aprobación de las evaluaciones parciales con 8 (ocho) puntos mínimos, con la posibilidad de recuperar sólo uno de ambas evaluaciones. Las instancias de febrero/marzo no se incluyen en el régimen de promoción directa. La aprobación de los trabajos prácticos y las condiciones de presentismo es la misma que la de promoción general por examen final.

ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS

La asignatura articula verticalmente con los niveles inferiores de donde toma los conocimientos básicos de análisis diferencial de *Análisis Matemático I* (primer nivel), de la dinámica de *Física I* (primer nivel), del álgebra vectorial de *Estabilidad I* (segundo nivel) para predecir el movimiento de cuerpos rígidos, para luego derivar su aplicación en el nivel superior a *Elementos de Máquinas* (integradora cuarto nivel) y aplicarlo al estudio de componentes de máquinas y mecanismos.

Se prevén reuniones periódicas con los integrantes de la cátedra con la finalidad de realizar intercambios sobre el avance del desarrollo de contenidos y metodologías de enseñanza.



CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

Clase	Tema	Modalidad de dictado
1	Introducción – Presentación – Régimen de cursada.	Presencial
2	C.P.M. Estado de movimiento. Trayectoria recta y curvilínea.	Presencial
3	Coordenadas cartesianas, polares y cilíndricas.	Presencial
4	Coordenadas extrínsecas. Triedro de Frenet. Coord. esféricas.	Presencial
5	T.P.Nº1 Resolución de problemas.	Presencial
6	Resolución de problemas	Presencial
7	D.P.M. Leyes de Newton. Magnitudes dinámicas derivadas.	Presencial
8	Ecuaciones del movimiento. Tipos de fuerza. Trabajo y energía	Presencial
9	Principios de conservación. Impulso. Choque.	Presencial
10	Sistema de masa variable. Movimiento central.	Presencial
11	T.P.Nº 2 Resolución de problemas.	Presencial
12	Resolución de problemas.	Presencial
13	Resolución de problemas.	Presencial
14	Vibraciones mecánicas. Libres y amortiguadas.	Presencial
15	Vibraciones forzadas amortiguadas. Transmisibilidad	Presencial
16	1º Parcial	Presencial
17	T.P.Nº 3 Resolución de problemas.	Presencial
18	Resolución de problemas.	Presencial
19	C.C.R. Condición de rigidez. Composición de movimientos.	Presencial
20	Movimiento rígido general y relativo. Sistemas en rotación.	Presencial
21	Movimiento rígido plano.	Presencial
22	T.P.Nº 4 Resolución de problemas.	Presencial
23	Resolución de problemas.	Presencial
24	Resolución de problemas.	Presencial
25	Recuperatorio del 1º Parcial	Presencial
26	D.C.R. Momentos de inercia. Momento cinético	Presencial
27	Teoremas de conservación. Ecuaciones del movimiento	Presencial
28	Ángulos de Euler. Movimiento sin par torsor. Giróscopo.	Presencial
29	T.P.Nº 5 Resolución de problemas	Presencial
30	Resolución de problemas.	Presencial
31	Resolución de problemas.	Presencial
32	2º Parcial	Presencial



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

- Beer, Ferdinand; Johnston Jr., Elwood Russel; Eisenberg, Elliot (2017). *Mecánica Vectorial para Ingenieros: Dinámica*. McGraw Hill.
- Bedford, Anthony; Fowler, Wallace (2008). *Mecánica para Ingeniería: Dinámica*. Pearson.
- Hibbeler, Russell C. (2014). *Ingeniería Mecánica: Dinámica*. Pearson
- Meriam, J. L. (1991). *Dinámica*. Reverté.
- Riley, William; Sturges Leroy. (2005). *Ingeniería Mecánica: Dinámica*. Reverté.
- Ercoli, Liberto; Azurmendi, Virginia (2014). *Mecánica Racional*. Editorial: edUTecNe.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Longhini, Pedro. (1960). *Mecánica Racional*. El Ateneo.
- Argüello, Luis Roque (2003). *Mecánica*. Answer Just in Time S.R.L.
- Den Hartog, J.P. (1972). *Mecánica de las Vibraciones*. C.E.C.S.A.
- Spiegel, Murray R. (1991). *Mecánica Teórica*. Serie Schaum, McGraw Hill.
- Rao, Singiresu (2007). *Vibraciones Mecánicas*. Pearson.
- Hertig, Ricardo. (1975). *Mecánica Teórica*. El Ateneo.