



Programa de MECÁNICA NEWTONIANA

1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

Mecánica Newtoniana

2. CRÉDITOS

10 créditos

3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

Objetivos Generales:

Los objetivos generales de Mecánica Newtoniana son que el estudiante adquiera una comprensión profunda de los fundamentos y aplicaciones de la mecánica clásica, fortaleciendo al mismo tiempo su capacidad de razonamiento analítico. Se busca resolver en base a un enfoque fundamentalmente vectorial, los problemas de cinemática y dinámica de la partícula así como los de cinemática, cinética y dinámica de los sistemas rígidos. La unidad curricular exige del estudiante construir un modelo conceptual y aplicar planes de solución de problemas que se basen en estos modelos. De esta manera se espera que se deduzcan propiedades del movimiento de los sistemas en estudio a partir de los principios fundamentales trabajados en el curso.

Objetivos Específicos para la ganancia del curso:

- 1 Escribir ecuaciones físicas dimensionalmente correctas.
- 2 Recordar la definición de sistemas de coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas y calcular la velocidad y aceleración de una partícula en tales sistemas.
- 3 Desarrollar operaciones con vectores.
- 4 Definir la velocidad angular de un sistema de coordenadas relativo a un sistema absoluto. Escribir las expresiones que vinculan a las derivadas de un vector en ambos sistemas.
- 5 Calcular velocidad y aceleración de una partícula en dicho sistema utilizando sistemas de referencia en movimiento respecto de uno considerado fijo para (es decir, utilizar Teorema de Roberbal y Coriolis). O equivalentemente ser capaz de obtener la aceleración absoluta derivando vectores.
- 6 Explicar las leyes de Newton.



- 7 Obtener trayectoria del movimiento gravitacional.
- 8 Explicar los conceptos de potencia, trabajo y sus relaciones con la energía cinética.
- 9 Identificar fuerzas conservativas y hallar su energía potencial.
- 10 Demostrar la conservación del momento angular en un movimiento central.
- 11 Explicar el movimiento bajo una fuerza central y el concepto de potencial efectivo.
- 12 Escribir el concepto de cantidad de movimiento de una partícula y de un sistema de partículas.
- 13 Explicar el concepto de centro de masas y calcularlo en casos concretos, tanto en sistemas discretos como continuos.
- 14 Distinguir los conceptos de cantidad de movimiento lineal y angular para un sistema de partículas.
- 15 Dado un sistema de partículas, listar las fuerzas que actúan en el sistema y clasificarlas como internas o externas.
- 16 Calcular resultante y momento neto respecto a un punto de un sistema de fuerzas.
- 17 Describir el movimiento de cuerpos rígidos (velocidad angular, velocidad y aceleración de un punto del rígido).
- 18 Plantear el diagrama de cuerpo libre.
- 19 Escribir las ecuaciones cardinales y reconocer cuántas se precisan para obtener la evolución de un sistema.

Objetivos Específicos para la aprobación de la UC:

- 1 Identificar de acuerdo a la simetría del problema el sistema de coordenadas en el que definir las cantidades de interés para modelar el sistema.
- 2 Aplicar las leyes de Newton en la resolución de ejercicios de movimiento de la partícula, donde intervienen las causas que modifican a dicho movimiento.
- 3 Plantear las ecuaciones de movimiento de los sistemas mecánicos, entendiendo el alcance de los modelos utilizados.
- 4 Deducir las ecuaciones de movimiento considerando las fuerzas del vínculo en el caso de sistemas vinculados.
- 5 Explicar las componentes tangenciales de fricción en los casos estático y dinámico.
- 6 Deducir las ecuaciones de movimiento utilizando fuerzas ficticias en el caso de sistemas de referencia en movimiento.
- 7 Listar las fuerzas que actúan sobre un sistema y clasificarlas como conservativas, no conservativas o de potencia nula.



- 8 Aplicar el Teorema de la Energía en la resolución de ejercicios de movimiento de la partícula en sistemas conservativos.
- 9 Encontrar, cuando sea posible, soluciones exactas al problema a resolver, y hallar funciones analíticas, si existen, que ofrezcan información relevante a la situación planteada.
- 10 Utilizar las distintas técnicas de resolución de ecuaciones de movimiento, adaptadas al sistema a resolver. Obtención de preintegrales de movimiento.
- 11 Explicar el concepto de tensor de inercia y poder calcularlo en el caso de geometrías sencillas.
- 12 Explicar cuando dos sistemas de fuerzas que actúen sobre un rígido son equivalentes.
- 13 Determinar si un cuerpo rígido sometido a un sistema de fuerzas puede estar en equilibrio o no.
- 14 Explicar los vínculos y sus condiciones en un sistema de cuerpos rígidos.
- 15 Obtener el conjunto de las ecuaciones de equilibrio de un sistema de cuerpos rígidos a partir del diagrama de cuerpo libre.
- 16 Determinar cuando el sistema es isoestático y poder calcular las fuerzas de los vínculos en un sistema de cuerpos rígidos vinculados.
- 17 Desarrollar ecuaciones que relacionen al sistema de fuerzas que actúa sobre un cuerpo rígido, homogéneo y simétrico, con la aceleración angular que adquiere éste y con la aceleración lineal de su centro de masa.
- 18 Dado un sistema de cuerpos rígidos vinculados, determinar el conjunto de ecuaciones de movimiento del sistema.
- 19 Identificar leyes de conservación cuando estas existan.
- 20 Resolver problemas con claridad, tomando decisiones en base al movimiento del sistema, y que muestre razonamiento crítico con los resultados obtenidos.
- 21 Ser capaz de comunicar y transmitir sus conocimientos.

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Esta Unidad Curricular prevé actividad sincrónica de 3hs de clase de teórico y 2hs de clase de práctico por semana durante 15 semanas. En las clases de teórico se introducen los fundamentos de la Unidad Curricular, junto con ejemplos de aplicación de los mismos, y fomentando la participación de los estudiantes. En las clases de práctico se resuelven ejercicios planteados previamente, para que los estudiantes los piensen con anterioridad. Los ejercicios pueden ser resueltos por el docente o por los estudiantes, dejando espacio para que estos consulten dudas a los docentes. Se procura que las clases prácticas se



dicten en modalidades que favorezcan la participación, el trabajo en grupo y la realización de los ejercicios propuestos bajo la guía y supervisión del docente. Se utiliza el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) de la Facultad de Ingeniería como apoyo al desarrollo del curso. Se fomenta la utilización de los foros virtuales de consulta, tanto para realizar preguntas como para contestar aquellas planteadas por los compañeros, bajo la supervisión de los docentes. Se ponen a disposición de los estudiantes diversos materiales en formato virtual (clases grabadas, visualización de situaciones planteadas en los ejercicios y otros materiales de interés). En particular, se garantiza el acceso a un gran número de evaluaciones anteriores con sus correspondientes soluciones. Se prevé además una dedicación no presencial del estudiante de 5hs por semana durante 15 semanas de repaso del teórico y resolución de ejercicios. En total se estiman diez horas de dedicación semanal del estudiante.

5. TEMARIO

1. Cinemática de la partícula.

Conceptos preliminares: sistemas de referencia, posición, velocidad y aceleración de una partícula. Coordenadas cartesianas, cilíndricas y polares planas, esféricas e intrínsecas. Sistemas en rotación y traslación relativa: velocidad angular, teorema de Roberval (velocidades absoluta, relativa y de transporte), teorema de Coriolis (aceleraciones absoluta, relativa, de transporte y de Coriolis). Adición de velocidades angulares.

2. Dinámica de la partícula.

Leyes de Newton. Sistemas libres: ecuaciones de movimiento y leyes horarias. Métodos de resolución de ecuaciones de movimiento. Sistemas vinculados. Tipos de contactos: unilateral y bilateral, liso y rugoso. Desprendimiento y Deslizamiento. Fuerzas ejercidas por una superficie y leyes de Coulomb de la fricción. Sistemas no inerciales. Fuerzas Ficticias.

3. Trabajo y Energía.

Trabajo y potencia de una fuerza. Energía Cinética. Teorema del trabajo y la energía. Fuerzas conservativas, de potencia nula y no conservativas. Energía Potencial y conservación de la energía. Equilibrio y estabilidad.

4. Movimiento Central.

Fuerzas Centrales, conservación del momento angular de la partícula. Fuerzas isotrópicas, potencial efectivo.

5. Sistemas de partículas.

Centro de masas de un sistema de partículas. Sistemas discretos y continuos. Propiedades de simetría. Momento lineal y angular de un sistema de partículas. Energía cinética de un sistema de partículas. Fuerzas internas y externas. Ecuaciones cardinales. Fórmula de cambio



de momentos. Cálculo de momento de una fuerza respecto a un punto.
Teorema de la energía para un sistema de partículas.

6. Cinemática del Rígido.

Definición de un sistema rígido. Distribución de velocidades y aceleraciones en un rígido. Rodadura sin deslizamiento. Movimiento plano, centro instantáneo de rotación. Movimiento en el espacio, ángulos de Euler.

7. Cinética del Rígido.

Momento angular y energía cinética de un rígido. Tensor de Inercia: representación matricial, momentos de inercia, cambios de base, ejes principales y propiedades de simetría. Teorema de Steiner.

8. Dinámica del Rígido.

Sistemas de fuerzas aplicadas, equivalencia y reducción. Potencia de un sistema de fuerzas sobre un rígido. Dinámica de sistemas vinculados: contactos puntuales y distribuidos, articulaciones cilíndricas y articulaciones esféricas. Dinámica del rígido en el plano y en el espacio. Leyes de Conservación.

9. Estática del Rígido.

Principio de Liberación de los Vínculos y Principio de Pasividad. Diagrama de Cuerpo Libre. Condiciones de No Desprendimiento, No Deslizamiento y No Vuelco. Sistemas isoestáticos e hiperestáticos.

6. BIBLIOGRAFÍA

Tema	Básica	Complementaria
Cinemática de la partícula.	(1)	(2), (3), (4), (5) y (6)
Dinámica de la partícula.	(1)	(2), (3), (4), (5) y (6)
Trabajo y Energía	(1)	(2), (3), (4), (5) y (6)
Fuerzas Centrales	(1)	(2), (4), (5) y (6)
Sistemas de Partículas	(1)	(2), (3), (4), (5) y (6)
Cinemática del Rígido	(1)	(2), (3), (4), (5) y (6)
Cinética del Rígido	(1)	(2), (3), (4), y (5)
Dinámica del Rígido	(1)	(2), (3), (4), y (5)
Estática del Rígido	(1)	(2), (4) y (6)



6.1 Básica

1. A. Fernández, D. Marta, Apuntes de Mecánica Newtoniana, Instituto de Física - Facultad de Ingeniería - Universidad de la República (2010), https://eva.fing.edu.uy/file.php/37/Notas2010/Apuntes_MecNewt.pdf.

6.1 Complementaria

1. Apuntes de Mecánica Newtoniana, Instituto de Física - Facultad de Ingeniería - Universidad de la República (1999), <https://eva.fing.edu.uy/mod/page/view.php?id=174277>.
2. F. P. Beer, E. R. Johnston, Mecánica Vectorial para Ingenieros, Vol. 2 Dinámica, McGraw-Hill, 2010 (9a Edición). ISBN 978-607-15-0261-2.
3. B. M. Das, A. Kassimali, S. Sami. Mecánica para Ingenieros: Dinámica. Limusa, 1999. ISBN: 968-18-5093-9.
4. J. B. Marion, Dinámica Clásica de las Partículas y Sistemas, Reverté, 1975, ISBN 84-291-4094-8.
5. K. R. Symon, Mecánica, Aguilar, 1974, 978-8403201873.

7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

7.1 Conocimientos Previos Exigidos: Cálculo Diferencial e Integral en Una y Varias Variables, Álgebra Lineal de nivel introductorio, Mecánica y física en general de nivel introductorio.

7.2 Conocimientos Previos Recomendados: Álgebra Lineal de nivel intermedio.

ANEXO A Para todas las Carreras

A1) INSTITUTO

Instituto de Física

A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Semana 1	Sistemas de referencia, posición, velocidad y aceleración de una partícula. Coordenadas cartesianas, cilíndricas y polares planas, esféricas e intrínsecas. (3hs)
Semana 2	Sistemas en rotación y traslación relativa: velocidad angular. Teorema de Roberval (velocidad absoluta, relativa y de transporte), Teorema de Coriolis (aceleración absoluta. Relativa, de transporte y de Coriolis), adición de velocidades angulares. (3hs)
Semana 3	Leyes de Newton. Sistemas libres: ecuaciones de movimiento y leyes horarias. Métodos de resolución de ecuaciones de movimiento. (3hs)
Semana 4	Continuación Métodos de resolución de ecuaciones de movimiento. Sistemas vinculados. Tipos de contactos. (3hs)
Semana 5	Desprendimiento y Deslizamiento. Fuerzas ejercidas por una superficie y leyes de Coulomb de la fricción. Dinámica de sistemas no inerciales. Fuerzas Ficticias.(3 hs)
Semana 6	Trabajo y potencia de una fuerza. Energía Cinética. Teorema del trabajo y la energía. Fuerzas conservativas, de potencia nula y no conservativas. Energía Potencial y conservación de la energía. Equilibrio y estabilidad (3hs).
Semana 7	Fuerzas Centrales, conservación del momento angular de la partícula. Fuerzas isotrópicas, potencial efectivo (3hs)
Semana 8	Centro de masas de un sistema de partículas. Sistemas discretos y continuos. Propiedades de simetría. Momento lineal y angular de un sistema de partículas. (3hs)
Semana 9	Energía cinética de un sistema de partículas. Fuerzas internas y externas. Ecuaciones Cardinales. Fórmula de cambio de momentos. Cálculo de momento de una fuerza respecto a un punto. Teorema de la energía para un sistema de partículas. (3hs)
Semana 10	Cinemática del Rígido: Definición de un Sistema Rígido, Distribución de velocidades y aceleraciones. Rodadura sin deslizamiento. Movimiento plano. Movimiento en el espacio, ángulos de Euler.(3hs)
Semana 11	Cinética del Rígido. Momento angular y energía cinética de un rígido. Tensor de Inercia representación matricial, momentos de inercia y



	cambios de base. Ejes principales del Tensor de Inercia, propiedades de simetría. Teorema de Steiner. (3hs)
Semana 12	Ecuaciones cardinales para un rígido. Ejemplos de Dinámica del Movimiento Plano. Articulaciones lisas. Potencia de un sistema de fuerzas sobre un rígido. (3hs)
Semana 13	Sistemas de fuerzas aplicadas: equivalencia, reducción. Estática del Rígido: Principio de Liberación de los Vínculos y Principio de Pasividad. Diagrama de Cuerpo Libre. Condiciones de No Desprendimiento, No Deslizamiento y No Vuelco. Sistemas Isoestáticos e hiperestáticos. (3hs)
Semana 14	Ejemplos de Dinámica del rígido. (3hs)
Semana 15	Dinámica del rígido en el espacio. Movimiento bajo cantidades conservadas (3hs).

A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Los estudiantes se evalúan mediante dos parciales, los cuales se realizan, el primero luego de la octava semana de clases, y el segundo, una vez finalizado el curso. En estos parciales se le plantean ejercicios de desarrollo que el estudiante debe resolver con claridad. Sumando los resultados de los parciales se puede obtener un total de 100 puntos: un máximo de 40 puntos en el primer parcial y un máximo de 60 puntos en el segundo. Al menos el 25 % de los puntos de cada parcial debe evaluar los objetivos específicos de aprobación del curso. Los parciales no tienen un puntaje mínimo exigible. La exoneración del examen final se logra acumulando como mínimo 60 puntos. La ganancia del curso se logra acumulando como mínimo 25 puntos. Quien no llegue a 25 puntos deberá recursar. La inasistencia a un parcial no inhabilita al estudiante a aprobar o exonerar el curso.

El examen final también consiste en ejercicios de desarrollo que el estudiante debe resolver con claridad. El nivel de suficiencia se alcanzará resolviendo correctamente al menos la mitad del examen.

En ambas instancias se podrán incluir preguntas que evalúen conceptos básicos de la Unidad Curricular.

A4) CALIDAD DE LIBRE

La Unidad admite calidad de libre.

A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

Cupos mínimos: no tiene
Cupos máximos: no tiene