



GUÍA DOCENTE

MECÁNICA Y ONDAS grupo B

Licenciatura en Física

CURSO 2008-2009

Chantal Ferrer Roca

Julio Pellicer Porres

DEPTO. DE FÍSICA APLICADA Y ELECTROMAGNETISMO

Gabriela Barenboim

Jose A. Peñarrocha

DEPTO. DE FÍSICA TEÓRICA

I.- DATOS INICIALES DE IDENTIFICACIÓN

Nombre de la asignatura:	Mecánica y Ondas
Créditos	10,5
Caracter:	Troncal y anual
Titulación:	LICENCIADA/O EN FÍSICA
Ciclo:	1º
Profesores responsables y Departamento	PROFESORES DEL GRUPO B Chantal Ferrer Roca - Dep Física Aplicada y Electromagnetismo Julio Pellicer Porres - Dep Física Aplicada y Electromagnetismo Jose A. Peñarrocha Gantes- Dep. Física Teórica Gabriela Barenboim - Dep. Física Teórica

II.- INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA

La asignatura de Mecánica y Ondas es una materia anual de segundo curso de la licenciatura que tiene asignados 10,5 créditos (6 teóricos y 4.5 prácticos).

Los **descriptores** del actual plan de estudios establecen los siguientes puntos: Mecánica newtoniana y relativista. Elementos de mecánica analítica. Mecánica de fluidos. Aspectos generales de física de ondas. Ondas elásticas en fluidos y sólidos isótropos.

Objetivos básicos en relación con otras materias de la titulación

Los objetivos básicos de esta asignatura son adquirir un conocimiento de la Mecánica con un mayor grado de formalización y profundización en problemas particulares de gran interés, tanto desde un planteamiento newtoniano clásico como de una introducción a la formulación analítica. Por ejemplo colisiones, osciladores, sistemas no inerciales y, muy especialmente, el sólido rígido, tema que no se cursa en el bachillerato y al que se dedica muy poco tiempo en la Física I. Asimismo se profundiza en la Relatividad Especial (ya abordada en la Física II de primer curso), incidiendo sobre todo en el formalismo y en la aplicación a problemas dinámicos de colisiones. Por otro lado, si bien es necesaria una introducción a la Mecánica Analítica para comprender algunos aspectos de la Física Cuántica de tercer curso, su carácter introductorio se justifica ampliamente teniendo en cuenta que tanto la formulación analítica como los medios continuos constituyen el cuerpo central de la asignatura troncal "Mecánica Teórica" de cuarto curso. También es fundamental el conocimiento de los fundamentos de la física de las ondas en términos generales, como introducción al tratamiento más detallado y específico de las ondas en las materias de electromagnetismo, óptica, física cuántica y las respectivas técnicas experimentales, en el tercer curso de la licenciatura. Pese a que la asignatura "Mecánica y Ondas" es independiente de la asignatura de "Técnicas experimentales de mecánica y ondas" la relación entre ambas es muy estrecha, y las prácticas de laboratorio cubren casi la totalidad del temario de mecánica (colisiones, movimientos en campo gravitatorio, movimiento giroscópico, oscilador armónico simple, amortiguado y forzado, oscilador anarmónico, sistemas acoplados, etc). En particular, los estudiantes realizan numerosas prácticas de ondas de naturaleza mecánica como ondas estacionarias unidimensionales (acústicas en tubos, en cuerdas, en muelles) o bidimensionales y de propagación de ultrasonidos, y en todos los casos abordan los resultados experimentales desde el conocimiento y adecuación del modelo teórico.

En definitiva, esta asignatura, tiene un carácter fundamental y de gran relevancia en el primer ciclo de la titulación. Se aborda con un cierto grado de formalización matemática pero dirigida fundamentalmente a proporcionar herramientas básicas para abordar problemas fundamentales de mecánica, incidiendo en los contenidos físicos más que en su formulación como cuerpo teórico, propio de cursos superiores.

III.- VOLUMEN DE TRABAJO

En la consideración del volumen de trabajo se ha tenido en cuenta un periodo lectivo anual de 28 semanas. La equivalencia es de 1 crédito ECTS=27 h de trabajo del estudiante.

TIPO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	HORAS
Asistencia a clases teóricas	Magistrales teórico-prácticas: 2 horas/sem. x 28 sem.	56
Asistencia a clases de prácticas	Clases de problemas participativas: 1 h./sem. x 28 sem.	28
Sesiones de tutorías grupales o trabajos tutelados	Clases prácticas en grupos reducidos en las que se hará un seguimiento de la materia mediante exposición y realización de problemas y ejercicios	14
Preparación de trabajos	Resolución de tareas y ejercicios propuestos en sesiones de trabajos tutelados para hacer en casa	30
Estudio-preparación contenidos teórico- prácticos	Teoría: 3 h/sem x 28 sem = 84 Problemas: 1.5 h/sem x 28 sem= 42	126
Estudio exámenes	10 h/examen x 2 exámenes	20
Realización exámenes:	4 h/examen x 2 exámenes	8
Actividades complementarias	Conferencia del ciclo de la facultad de física, asistencia y resumen argumentado	2
TOTAL VOLUMEN DE TRABAJO		284

IV.- OBJETIVOS GENERALES

Profundización en el estudio de la mecánica de las partículas, los sistemas de partículas y los sistemas rígidos iniciado de manera introductiva en la asignatura Física I de primer curso de la licenciatura. Esto supone tanto abordar en mayor detalle aspectos de la mecánica con una formulación Newtoniana así como con una iniciación a la formulación lagrangiana y hamiltoniana. Perfeccionamiento en el manejo tanto del formalismo de la teoría como de las técnicas operativas de resolución de problemas, sin olvidar las referencias experimentales de los modelos teóricos.

V.- CONTENIDOS MÍNIMOS

- Mecánica Newtoniana. Leyes de conservación. Sistemas de partículas. Colisiones
- Oscilaciones simples: oscilador armónico simple, amortiguado y forzado.
- Formalismo Lagrangiano y Hamiltoniano. Sistemas con ligaduras.
- Estudio del potencial. Potenciales centrales. El Problema de Kepler.
- Relatividad especial: Cinemática y Dinámica Relativistas.
- Sistemas de Referencia no Inerciales.
- Cinemática y Dinámica del Sólido Rígido.
- Introducción a los medios continuos: Elasticidad y Fluidos.
- Oscilaciones Acopladas: teoría de las pequeñas oscilaciones.
- Estudio general de ondas.

VI.- DESTREZAS

- Saber plantear los problemas cinemáticos y dinámicos en el sistema de coordenadas apropiado.
- Saber plantear las ecuaciones del movimiento a partir de las ecuaciones de Newton para diferentes tipos de fuerza aplicados, resolviendo las ecuaciones en general y determinando las constantes de las soluciones a partir de condiciones iniciales.
- Comprender la fenomenología básica del movimiento oscilatorio, incluyendo las oscilaciones amortiguadas, las oscilaciones forzadas y la resonancia, en problemas mecánicos concretos sí como propuestas de modelos generales válidos en numerosos ámbitos de la física.

- Saber utilizar las leyes de conservación en el estudio del movimiento de sistemas de partículas y saber razonar consecuencias observables a partir de estas leyes. Utilizar estas leyes en procesos de colisión entre cuerpos con movimiento de traslación.
- Ser capaz de describir los movimientos en sistemas no inerciales, y en particular en sistemas que giran, comprendiendo la diferencia entre la descripción de los movimientos que realiza un observador inercial y otro no inercial.
- Saber plantear problemas dinámicos de sistemas en términos de la función Lagrangiana o Hamiltoniana, eligiendo adecuadamente el número y tipo de coordenadas generalizadas libres. Saber reconocer las coordenadas cíclicas y las constantes del movimiento y saber obtener las ecuaciones del movimiento y resolverlas en casos sencillos.
- Saber describir las propiedades de los campos de fuerzas en términos de operadores diferenciales en diferentes tipos de coordenadas y saber calcular los potenciales asociados en el caso de campos conservativos. Ser capaz de deducir las magnitudes que se conservan en un problema en base a invariancias del potencial.
- Saber analizar y obtener los distintos tipos de órbitas de una partícula en campos centrales y en particular y con mayor detalle en un campo newtoniano/coulombiano. Comprender el concepto de sección eficaz y de sección eficaz diferencial y su relación con el potencial de interacción en problemas de dispersión entre partículas, y en particular en el caso del potencial Coulombiano (Dispersión de Rutherford)
- Entender los grados de libertad en el movimiento de un sólido rígido, y saber plantear las ecuaciones del movimiento. Saber calcular los elementos del tensor inercia de un sólido rígido, en particular en el caso de figuras regulares sencillas y reconocer los ejes principales o las distribuciones de masa cuya simetría conduce exclusivamente a términos diagonales del tensor de inercia.
- Adquirir familiaridad con la cinemática y dinámica relativista, en particular con la formulación basada en tetra vectores (posición, momento) y las matrices de transformación de Lorentz. Entender los conceptos de tiempo propio y longitud propia y saber relacionar el módulo del intervalo de sucesos con el carácter y de dicho intervalo (espacial o temporal). Saber resolver problemas basados en la conservación del tetra vector momento y la invariancia de su módulo (en particular en problemas de colisiones relativistas).
- Comprender y saber resolver problemas en los que haya acoplamiento de las ecuaciones del movimiento (sistemas acoplados). Y en particular problemas de osciladores acoplados, como modelo de oscilaciones en las moléculas y en los sólidos y cuyo paso al continuo conduce a una descripción ondulatoria.
- Asimilar los conceptos básicos del movimiento ondulatorio y en particular la relación entre las propiedades del medio. Conocer el tipo de medios que permiten la propagación de una deformación como onda transversal y/o longitudinal. Conocer (y reconocer) en términos generales fenómenos típicamente ondulatorios como interferencia, difracción, polarización, pulsaciones y ancho de banda.

VII.- HABILIDADES TRANSVERSALES

- Identificar problemas e idear estrategias para su resolución.
- Evaluar la importancia relativa de las diferentes causas que intervienen en un fenómeno.
- Identificar los elementos esenciales de una situación compleja, realizar las aproximaciones necesarias para construir modelos simplificados que lo describan y poder así entender su comportamiento en otras situaciones.
- Interpretar adecuadamente las soluciones matemáticas en términos físicos y deducir las consecuencias físicas de dichas soluciones en diferentes circunstancias reales y aplicadas.
- Efectuar una puesta al día de la información existente sobre un problema concreto, ordenarla y analizarla críticamente.
- Planificar y organizar el propio aprendizaje con continuidad, basándose en el trabajo individual, a partir de la bibliografía y otras fuentes de información.
- Trabajar en grupo a la hora de enfrentarse a problemas de forma colectiva.
- Argumentar y explicar de forma razonada tanto por escrito como oralmente.

VIII.- TEMARIO Y PLANIFICACIÓN TEMPORAL

GRUPO B

	TEMA	Num. semanas
1	<p>Tema 1- Cinemática del punto Introducción. Sistema de referencia. Trayectoria, espacio recorrido y vector de posición de un punto. Velocidad y aceleración. Ejemplos de movimientos. Triedro de Frenet. Posición, velocidad y aceleración de un punto en coordenadas curvilíneas: cilíndricas y esféricas. Transformaciones de Galileo. Principio de Relatividad de Galileo.</p> <p>Apéndice: Coordenadas curvilíneas: cilíndricas y esféricas</p>	2
2	<p>Tema 2- Dinámica del punto: Leyes de Newton: Enunciado y discusión. Ecuaciones del movimiento según el tipo de fuerza y su resolución. Ejemplos. Interacciones Fundamentales y Fuerzas. Fuerzas conservativas y disipativas. Conservación del momento lineal y angular de una partícula. Trabajo, energía cinética y energía potencial. Conservación de la energía mecánica de una partícula. Potencial unidimensional e introducción a pequeñas oscilaciones.</p>	2
3	<p>Tema 3- Oscilaciones simples Oscilador armónico simple. Ejemplos de fenómenos que responden a este modelo. Energía del oscilador armónico simple. Oscilaciones armónicas en dos dimensiones. Trayectorias o curvas de Lissajous. Oscilaciones amortiguadas. Caso infra-amortiguado: tiempo de relajación y factor de calidad. Oscilaciones forzadas. Efectos Transitorios. Fuerza de tipo armónico. Curva de Resonancia. Amplitud de absorción y amplitud elástica. Fuerza periódica.</p> <p>Apéndice: ecuaciones diferenciales con coeficientes constantes</p>	2
4	<p>Tema 4- Sistemas de partículas. Centro de masas y coordenadas relativas. El caso de dos cuerpos. Fuerzas internas y externas. Conservación del momento lineal total de un sistema. Sistemas de masa variable y ejemplos. Conservación del momento angular de un sistema. Energía cinética y potencial de un sistema, Energía interna. Conservación de la energía mecánica de un sistema. El sistema de dos cuerpos. Simetrías de la energía potencial y leyes de conservación. Teorema del Virial.</p>	1,5
5	<p>Tema 5 – Introducción a la formulación lagrangiana y hamiltoniana. Definiciones: coordenadas, momentos y fuerzas generalizados. Función Lagrangiana y ecuaciones de Euler-Lagrange. Coordenadas cíclicas. Ejemplos. Movimiento con ligaduras. Ecuaciones de Euler-Lagrange en coordenadas generalizadas. Ejemplos. Obtención de las ligaduras: multiplicadores de Lagrange. Ejemplos. Función Hamiltoniana y ecuaciones de Hamilton o ecuaciones canónicas. Ejemplos. Principio de mínima acción o principio de Hamilton.</p>	3
6	<p>Tema 6 – Campos y movimiento en campos centrales Campos conservativos y Campos centrales. Campo y potencial newtoniano/coulombiano de un sistema de fuentes discreto y continuo: distribución esférica. Ecuación de Poisson. Movimiento en un potencial central. Ley de las áreas. Potencial efectivo y órbitas. Problema dos cuerpos. Órbitas en un campo gravitatorio.</p> <p>Apéndice: Campos escalares y vectoriales. Operadores y teoremas integrales en coordenadas cartesianas y curvilíneas.</p>	2
7	<p>Tema 7- Colisiones y Dispersión. Introducción. Choques o colisiones en dos dimensiones, tipos de choques. Choques elásticos: Sistema laboratorio y sistema centro de masas. Choques inelásticos: variación de la energía en el choque. Reacciones. Dispersión elástica por una esfera dura. Sección eficaz. Dispersión por un potencial central: Dispersión de Rutherford.</p>	2

8	Tema 8 - Relatividad Especial: Cinemática y mecánica relativistas. Transformaciones de Lorentz. Espacio de Minkowski. Contracción de longitudes. Dilatación temporal. Intervalos y cono de luz. Transformación de velocidades. Tiempo propio. Cuadriectores. Cuadriector Energía-Momento. Ley de Newton relativista. Lagrangiano electromagnético. Colisiones relativistas. Invariantes cinemáticos	2,5
9	Tema 9- Sistemas no inerciales: Movimiento relativo. Velocidad angular instantánea. Teorema de Coriolis. Fuerzas ficticias. Gravedad efectiva. Movimiento en la superficie terrestre. Desviación hacia el este. Péndulo de Foucault.	2
10	Tema 10- Cinemática y dinámica del sólido Rígido. Movimiento y grados de libertad. Velocidad angular instantánea. Angulos de Euler: rotaciones y velocidad angular. Energía cinética, Momento angular y Tensor de Inercia. Formulación Newtoniana y Lagrangiana. Ecuaciones de Euler. Movimiento del sólido libre. Estabilidad de soluciones. Peonza simétrica libre. Trompo de Lagrange: Precesión y nutación.	3,5
11	Tema 11- Introducción a los medios continuos: Elasticidad y fluidos. Sólidos elásticos. Coeficientes de elasticidad. Tensiones y deformaciones. Ecuaciones de Lamé. Ondas en sólidos elásticos. Velocidad de propagación.	1
12	Tema 12- Oscilaciones acopladas. Acoplamiento de dos osciladores: Modos simétrico y antisimétrico. Teoría general de pequeñas oscilaciones. Modos normales. Molécula lineal triatómica. Sistema de infinitos osciladores. Paso al continuo.	2
13	Tema 13- Estudio general de las ondas. La ecuación de ondas. Velocidad de propagación. Soluciones de la ecuación de ondas. Ondas planas. Ondas estacionarias. Paquetes de ondas. Velocidad de grupo. Reflexión y transmisión de una onda. Ondas en el espacio: Ondas planas y ondas esféricas.	2,5

IX.- BIBLIOGRAFIA DE REFERÈNCIA

Bibliografía de teoría:

a) básica (recoge la mayor parte de los aspectos del temario)

- "Dinámica clásica de las partículas y sistemas". J.B. Marion. Ed Reverté, 1975.
- "Classical Mechanics". V. Barger and M. Olsson. McGraw-Hill 1995
- "Classical Mechanics". Tom W. B. Kibble and Frank H. Berkshire. Imperial College Press, 2005
- "Dinámica clásica". A. Rañada. Ed. Alianza, 1990.
- "Fonaments de Física. Vol. 1,2". V. Martinez (Enciclopedia Catalana).
- "Classical Mechanics". H. Goldstein (Addison-Wesley).

b) complementaria (de lectura o consulta aconsejable en temas específicos del temario)

- "Física I: Mecánica", Alonso Finn. Adison Wesley, 1986.
- "Física" de Feynman, vol. I, ed Pearson.
- "Mecánica. Berkeley Physics Course I" Kittel-Knight-Ruderman. Ed Reverté, 1999.
- "Mecánica Newtoniana", MIT Physics Course, A. P. French, Ed. Reverté.
- "Analytical Mechanics" Louis N. Hand, Janet D. Finch, Cambridge University Press, 1998
- "Relatividad especial" A. P. French, ed. Reverté, 1996.
- "Introduction to Electrodynamics" David J. Griffiths, Prentice Hall, 1999.
- "Vibraciones y Ondas" A. P. French, ed. Reverté, 1996.
- "Waves. Berkeley Physics Course" Kittel-Knight-Ruderman. Ed Reverté, 1999.
- "Mathematical methods for physics and engineering" K. F. Riley et al., Cambridge Univ. Press, 1998

Bibliografía de problemas resueltos:

- "100 Problemas de Mecánica", Víctor M. Pérez García y otros. Alianza Editorial
- "Análisis vectorial", Murray R. Spiegel. Col. Schaum. MacGraw Hill

- "Mecánica para Ingenieros. DINÁMICA", Irving H. Shames. Ed. Prentice Hall . Aunque se trata de un libro de teoría, contiene numerosos ejercicios resueltos de algunas partes del programa.
- "Física General". F. J. Bueche. Col. Schaum. MacGraw Hill
- "Mecánica teórica". Murray R. Spiegel. Schaum. MacGraw Hill
- "Vibraciones Mecánicas". William W. Seto. Schaum. MacGraw Hill
- "Teoría y problemas de dinámica de Lagrange". Wells D. A. Schaum. MacGraw Hill

páginas web: en la dirección <http://www.uv.es/piefisic> se encuentran varias conexiones a páginas web que contienen animaciones, temas monográficos y problemas de mecánica

X.- CONOCIMIENTOS PREVIOS

La asignatura de Mecánica y Ondas, al igual que otras materias de segundo y tercer curso de la licenciatura en Física, aborda con mayor profundidad y grado de formalismo, aspectos estudiados de forma más básica y conceptual en los contenidos de mecánica de la asignatura Física I de primer curso. Por este motivo es imprescindible haber superado con éxito la parte de mecánica de esta asignatura. También es necesario dominar la base matemática adquirida en Métodos Matemáticos I y II de primer curso y en cursos previos (bachillerato). Nos referimos, en particular, a la trigonometría, cálculo vectorial y matricial, autovalores y vectores propios, análisis de funciones, derivación, desarrollo en serie de Taylor e integración en una y varias variables. Los operadores vectoriales y sus teoremas asociados, así como los sistemas de coordenadas curvilíneas forman parte de los temarios de esas asignaturas, no obstante se repasan brevemente al abordar los contenidos de la Mecánica y Ondas. La resolución de ecuaciones diferenciales es un aspecto que se desarrolla en la materia "Métodos Matemáticos III" que se cursa simultáneamente a "Mecánica y Ondas", por lo que en se proporcionarán métodos de resolución de ecuaciones diferenciales con coeficientes constantes para poder abordar las ecuaciones del movimiento más usuales.

Se recomienda cursar "Mecánica y Ondas" sólo si se han superado las materias troncales de primer curso Física I, Física II, Métodos Matemáticos I y Métodos Matemáticos II.

XI.- METODOLOGIA

La asignatura constará de cuatro tipos de clases con metodología diferenciada:

- a) Clases teórico-prácticas
- b) Clases prácticas de pizarra (problemas)
- c) Sesiones de trabajos tutelados

En las clases teórico prácticas (2 por semana) se impartirán los contenidos teóricos básicos de la asignatura, así como ejemplos prácticos que mejor los ilustren. En combinación con discusiones y deducciones en la pizarra se podrán utilizar herramientas gráficas que incluyan imágenes, videos y animaciones que permitan ilustrar algunos de los fenómenos explicados, así como demostraciones de cátedra. Los resúmenes básicos de los contenidos de la asignatura explicados en clase se pondrán a disposición de los estudiantes en el aula virtual. Aunque la mayor parte de los aspectos del programa se abordarán directamente en estas clases, algunos aspectos puntuales o monográficos del temario podrán ser indicados para su estudio sin que se traten directamente. De hecho, se fomentará y guiará al alumno en la ampliación de estos contenidos a través de la bibliografía recomendada, así como la posibilidad de ampliación de conocimientos en asignaturas futuras.

Para la parte de problemas se pondrá a disposición de los estudiantes desde principio de curso un boletín con problemas y ejercicios. Los profesores resolverán en la pizarra y con la participación de los estudiantes algunos problemas significativos o especialmente representativos. El resto de problemas del boletín serán resueltos por los estudiantes. Podrán contar para ello con la ayuda de los profesores, bien a través de las tutorías ordinarias como en las sesiones de trabajos tutelados.

En las clases de trabajos tutelados con un número reducido de alumnos (1 h cada dos semanas por subgrupo), los profesores harán un seguimiento del trabajo y progreso de los estudiantes, además de resolver las dudas planteadas. Se asignarán problemas y ejercicios que no hayan sido resueltos en las clases de problemas y otros ejercicios recopilados en un cuestionario aparte. Los estudiantes deberán intentar resolverlos antes de cada sesión, de manera que durante la misma, se planteen dudas o se

resuelvan *in situ* los aspectos que presentan dificultades conceptuales o de cálculo. Durante el desarrollo de las propias sesiones también se planteará a los estudiantes ejercicios básicos que faciliten la comprensión de los fundamentos de la materia.

XII.- EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

A) Exámenes: 60% de la calificación. Se realizará un primer examen parcial (A1) sobre la materia abordada hasta la finalización de las clases del primer cuatrimestre. Los estudiantes que obtengan una nota igual o superior a 4 puntos sobre 10 podrán hacer un segundo parcial sobre los temas correspondientes a los bloques de la materia trabajados en el segundo cuatrimestre (A2), mientras que los estudiantes que no hayan superado dicha nota en el primer parcial o aquellos que deseen subir nota, harán un examen final de toda la materia (AF).

Los exámenes constarán de varias cuestiones o ejercicios relacionados con aspectos conceptuales de teoría, así como de problemas. La nota final de los exámenes deberá ser igual o mayor a 4 puntos sobre 10 para poder promediar con los demás conceptos.

Adicionalmente, durante el curso se podrán realizar hasta 6 pruebas breves dentro del horario habitual de docencia, con ejercicios similares a los que se trabajan en las clases de problemas y de trabajos tutelados. Si la calificación media de estas pruebas es superior a 5, no habiendo más de una prueba con nota igual o inferior a 3, esta calificación eximirá de realizar los exámenes parciales.

B) Evaluación continua: 35% en base al trabajo desarrollado por los estudiantes en relación con las sesiones de trabajos tutelados (allí mismo o en casa): ejercicios, problemas expuestos o pruebas de seguimiento.

C) Conferencias: 5% en base a la asistencia a una conferencia del ciclo organizado por la Facultad de Física, cuya evaluación se basará en la presentación de un resumen argumentado.

En total, la calificación necesaria para aprobar la asignatura será de 50 puntos, y se obtendrá como el máximo de la combinación de las diferentes notas (teniendo en cuenta los puntos mínimos de compensación):

$$\text{Nota} = \max [(0,6 * A + 0,35 * B + 0,5 * C), A]$$