



# GUÍA DOCENTE

## **OSCILACIONES Y ONDAS**

### **Grado en Física**

Curso 2011-12

José Antonio Font Roda  
Miguel Nebot Gómez



## I.- DATOS INICIALES DE IDENTIFICACIÓN

<b>Nombre de la asignatura</b>	<b>Oscilaciones y Ondas</b>
<b>Nombre de la Materia</b>	Mecánica y Ondas
<b>Créditos ECTS</b>	4,5
<b>Caracter:</b>	Obligatoria, cuatrimestral
<b>Titulación:</b>	GRADUADA/O EN FÍSICA
<b>Departamento:</b>	

## II.- INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA

La asignatura de “Oscilaciones y Ondas” es una asignatura cuatrimestral de segundo curso del Grado en Física, perteneciente a la materia “Mecánica y Ondas”, y que tiene asignados 4,5 créditos (38 horas de clases teórico-prácticas y 7 h de sesiones de trabajos tutelados para la resolución de problemas en grupos reducidos).

Los **descriptores** propuestos en el documento del Plan de Estudios del Grado en Física establecen los siguientes temas a tratar: Oscilador simple, amortiguado y forzado, resonancia, pequeñas oscilaciones y modos normales, ecuación de ondas y soluciones, condiciones de contorno, ondas estacionarias, interfases, paquetes.

### Objetivos básicos en relación con otras materias de la titulación

La asignatura “Física II” de la materia “Física” de primer curso contiene aspectos de las oscilaciones y las ondas a un nivel mucho más básico y conceptual, incidiendo en los fundamentos, la resolución de problemas y ejercicios y las demostraciones experimentales. El objetivo básico de esta asignatura de “Oscilaciones y Ondas” es profundizar en estos temas con un mayor grado de generalización, formalización y profundización en problemas particulares de gran interés desde un planteamiento newtoniano clásico. Pese a que se pretende una comprensión general del fenómeno vibratorio y ondulatorio, se dedicará especial atención a las vibraciones y ondas mecánicas, ya que se constituyen en el punto de partida para entender y modelizar otros comportamientos ondulatorios de diferentes áreas de la Física. Pese a que la asignatura “Oscilaciones y Ondas” es independiente de la asignatura de “Laboratorio Experimental de Mecánica y Ondas”, la relación entre ambas es muy estrecha. En particular, los estudiantes realizan numerosas prácticas de vibraciones y ondas de naturaleza mecánica, como ondas estacionarias unidimensionales (acústicas en tubos, en cuerdas, en muelles) o bidimensionales (placas de Chladni), y en todos los casos abordan los resultados experimentales desde el conocimiento y adecuación de los modelos teóricos.

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

## 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=25 h de trabajo del estudiante.

TIPO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	HORAS
Asistencia a clases teórico-prácticas	2,5 horas/sem. x 15 sem.	38
Asistencia a clases de prácticas	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 1 h./sem. x 15 sem.	7



Preparación de trabajos	Resolución de tareas y ejercicios propuestos en sesiones de trabajos tutelados para resolver en casa (1,8 x15 sem)	<b>28</b>
Estudio-preparación contenidos teórico- prácticos	Teoría: 1,5 h/sem x 15 sem =	<b>23</b>
Estudio exámenes		<b>12</b>
Asistencia a tutorías	individuales en despacho	<b>1</b>
Realización exámenes:	3 h/examen x 1 examen	<b>3</b>
<b>TOTAL VOLUMEN DE TRABAJO</b>		<b>112</b>

#### IV.- OBJETIVOS GENERALES

Profundización en el estudio de la mecánica de las oscilaciones y las ondas iniciado de manera introductiva en la asignatura "Física I" de primer curso del grado. 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

- Oscilador armónico simple. Ejemplos reales. Muelle con masa
- Oscilador amortiguado
- Oscilador forzado. Resonancia y ejemplos físicos.
- Oscilaciones no lineales.
- Superposición de oscilaciones: interferencia, modulación de amplitud y figuras de Lissajous.
- Oscilaciones Acopladas y modos normales: moléculas y sólidos
- Modos normales: Ondas estacionarias en cuerdas y análisis de Fourier.
- Introducción a los medios continuos. Ondas longitudinales y transversales en sólidos.
- Ondas progresivas: Ecuación de onda monodimensional. Energía de una onda. Ejemplos físicos. Ondas en dos y tres dimensiones
- Pulsos o Paquetes de ondas. Dispersión y Teorema del ancho de banda
- Ondas en interfases: coeficientes de reflexión y transmisión.
- Introducción a los fenómenos ondulatorios: interferencia, difracción, polarización. efecto Doppler.

#### VI.- DESTREZAS

- Comprender la fenomenología básica del movimiento oscilatorio, incluyendo las oscilaciones amortiguadas, las oscilaciones forzadas y la resonancia, en problemas mecánicos concretos así como propuestas de modelos generales válidos en numerosos ámbitos de la Física.
- 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 con 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) fenómenos típicamente ondulatorios como interferencia, difracción, polarización, pulsaciones y teorema del 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

La planificación que se muestra a continuación es lógicamente orientativa ya que, dependiendo del ritmo de adquisición de competencias de los alumnos y del grado de madurez de sus conocimientos previos, puede resultar conveniente (o necesario) reajustar el cronograma siguiente.

TEMA	Horas Teo + T tut
<b>Tema 1- Oscilador armónico simple y amortiguado:</b> Fenómenos periódicos. Oscilador armónico simple. Notación compleja. Ejemplos de fenómenos que responden a este modelo. Oscilaciones armónicas en dos dimensiones. Trayectorias o curvas de Lissajous. Oscilaciones amortiguadas. Caso infra-amortiguado: tiempo de relajación. Energía del oscilador.	5 + 1
<b>Tema 2- Oscilaciones forzadas.</b> Oscilador forzado. Efectos Transitorios. Fuerza de tipo armónico. Curva de Resonancia, factor de calidad. Ejemplos físicos de interés. Amplitud de absorción y amplitud elástica y su significado. Energía del oscilador. Principio de superposición: Fuerza de tipo periódico y Análisis de Fourier. Osciladores no lineales forzados: frecuencias de combinación	7 + 1
<b>Tema 3- Oscilaciones acopladas.</b> Acoplamiento de dos osciladores: Modos simétrico y antisimétrico. Teoría general de pequeñas oscilaciones. Modos normales. Molécula lineal triatómica. N osciladores acoplados: modelo de las vibraciones en una red cristalina. N osciladores forzados: filtrado. Paso al caso continuo ( $N \rightarrow \infty$ ).	7 + 1
<b>Tema 4- Modos normales de sistemas continuos:</b> Movimiento transversal de una cuerda. Ecuación de ondas. Solución con condiciones de contorno: modos normales. Medios continuos. Ecuación del movimiento de un sólido elástico. Ondas longitudinales y transversales en un sólido. Ondas estacionarias bidimensionales y tridimensionales. Ejemplos físicos de diferentes tipos de ondas estacionarias (ondas en cavidades, varillas, placas de Chladni, etc.)	9 + 2
<b>Tema 5- Ondas progresivas:</b> Ondas estacionarias y ondas progresivas. Ecuación de onda monodimensional. Ejemplos físicos de ondas. Soluciones generales de la ecuación de ondas. Velocidad de fase. Atenuación. Energía de una onda. Superposición de ondas o paquetes. Representación espectral de un paquete de ondas y teorema del ancho de banda. Velocidad de grupo y relación de dispersión. Ondas en dos y tres dimensiones. Ondas en interfases: Coeficientes de reflexión y transmisión. Introducción a los fenómenos ondulatorios: interferencia, difracción, polarización, efecto Doppler .	10 + 2



## IX.- BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

### Bibliografía de teoría:

- a) básica (recoge la mayor parte de los aspectos del temario)
- "Vibraciones y Ondas" A. P. French, ed. Reverté, 1996.
  - "Dinámica clásica de las partículas y sistemas". J.B. Marion. Ed Reverté, 2000.
  - "Classical Mechanics" John R. Taylor, 2005 University Science Books
- b) complementaria (de lectura o consulta aconsejable en temas específicos del temario)
- "The Physics of vibrations and waves" H.J. Pain. John Wiley & Sons, 2005
  - "Vibrations and waves" del prof. Walter Lewin del MIT  
( <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Physics/8-03Fall-2004/CourseHome/index.htm> )
  - "Fonaments de Física. Vol. 1,2". V. Martinez (Enciclopedia Catalana).
  - "Física II: "Campos y Ondas", Alonso Finn. Adison Wesley, 1986.
  - "Física" de Feynman, vol. I, ed Pearson.
  - "Waves. Berkeley Physics Course" Kittel-Knight-Ruderman. Ed Reverté, 1999.
  - "The Physics of Vibration" A. B. Pippard. Cambridge University Press, 1989.
  - "Mathematical methods for physics and engineering" K. F. Riley et al., Cambridge Univ. Press, 1998

### Bibliografía de problemas:

- "100 Problemas de Mecánica", Víctor M. Pérez García y otros. Alianza Editorial
- "Ejercicios de Ciencias Físicas- Mecánica 2" R. Annequin y J. Boutigny. Ed Reverté – Barcelona
- "Problemas de Mecánica resueltos y comentados" Oscar Ecenarro. Ed. Univ.del País Vasco
- "Problemas resueltos de mecánica del punto y de sistemas de puntos" H. Lumbroso. Ed Reverté - Barcelona
- "Física General". F. J. Bueche. Col. Schaum. MacGraw Hill
- "Vibraciones Mecánicas". William W. Seto. Schaum. MacGraw Hill

## X.- CONOCIMIENTOS PREVIOS

La asignatura de "Oscilaciones y Ondas", al igual que otras materias de segundo y tercer curso del Grado en Física, aborda con mayor profundidad y grado de formalismo aspectos estudiados de forma más básica y conceptual en los contenidos de la asignatura Física II de primer curso. Por este motivo es imprescindible haber superado con éxito esta asignatura. También es necesario dominar la base matemática adquirida en la materia "Matemáticas" 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. La resolución de ecuaciones diferenciales es un aspecto que se desarrolla en la materia "Métodos Matemáticos" que se imparte en el mismo curso aunque, si es necesario, se proporcionarán métodos de resolución de ecuaciones diferenciales con coeficientes constantes para poder abordar las ecuaciones del movimiento más usuales.

Se recomienda cursar "Oscilaciones y Ondas" sólo si se han superado las materias básicas de primer curso "Física" y "Matemáticas".

## XI.- METODOLOGIA

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

- a) Clases teórico-prácticas (2 por semana, más algunas clases adicionales para completar los créditos)

En las clases teórico prácticas se impartirán los contenidos teóricos básicos de la asignatura, así como ejemplos prácticos de problemas y ejercicios 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 experimentales. 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.

b) Sesiones de trabajos tutelados (1 h cada dos semanas y por subgrupo)

En estas clases de problemas en grupos reducidos se pondrá a disposición de los estudiantes un boletín con problemas y ejercicios que se irán programando para que sean resueltos por los estudiantes antes de cada una de estas clases, en las que los estudiantes deberán explicar la resolución de los problemas, justificando adecuadamente los cálculos realizados, y plantear las dudas que hayan surgido o los aspectos que presentan dificultades conceptuales o de cálculo. Los profesores harán un seguimiento del trabajo y progreso de los estudiantes, además de resolver las dudas planteadas. Durante el desarrollo de las sesiones también se asignarán ejercicios básicos que faciliten la comprensión de los fundamentos de la materia.

## **XII.- EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE**

Los sistemas de evaluación son los siguientes:

- 1) Exámenes escritos: una parte evaluará la comprensión de los aspectos teórico-conceptuales y el formalismo de la asignatura, tanto mediante preguntas teóricas como a través de cuestiones conceptuales y numéricas o casos particulares sencillos. Otra parte valorará la capacidad de aplicación del formalismo, mediante la resolución de problemas, así como la capacidad crítica respecto a los resultados obtenidos. En ambas partes se valorarán una correcta argumentación y una adecuada justificación.
- 2) Evaluación continua: valoración de trabajos y problemas presentados por los estudiantes, cuestiones propuestas y discutidas en el aula, presentación oral de problemas resueltos o cualquier otro método que suponga una interacción entre docentes y estudiantes.

**OBSERVACIONES:** Siempre que se cumplan los criterios de compensación que se establezcan a tal efecto, la nota de esta asignatura se podrá promediar con la/s otra/s correspondiente/s a la misma materia de forma que se dé ésta por superada.