



Proyecto/Guía docente de la asignatura

Asignatura	TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN FÍSICA II		
Materia	TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN FÍSICA		
Módulo			
Titulación	GRADO EN FÍSICA / GRADO FÍSICA + MATEMÁTICAS		
Plan	469/563	Código	45749
Periodo de impartición	ANUAL	Tipo/Carácter	OB: OBLIGATORIA
Nivel/Ciclo	Grado	Curso	2º/3º
Créditos ECTS	6		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesores responsables Despachos	Dr. D. José Carlos Cobos Hernández (B326) Dr. D. Isaías García de la Fuente (B325) Dr. D. Juan Antonio González López (B324) Dr. D. Pedro Prádanos del Pico (B304) Dr. D. Carlos Casanova Roque (B331) D ^a . Marvelia Cenit Soto Guzmán Guzmán (B322)		
Datos de contacto (E-mail...)	josecarlos.cobos@uva.es isaias@termo.uva.es ; jagl@termo.uva.es ; pradanos@termo.uva.es casanova@termo.uva.es marveliacenit.soto.guzman@uva.es		
Departamento	FÍSICA APLICADA		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

La asignatura se desarrolla durante el **2º año del Grado en Física y el 3º. año del Grado conjunto de Física + Matemáticas**, con el objeto de proporcionar al alumno un bagaje para el trabajo en un *laboratorio de física*, incluyendo técnicas de medida en los campos de la *mecánica clásica*, las *ondas mecánicas* y la *termodinámica*, el manejo de instrumentos básicos de laboratorio y el dominio de diferentes tipos de representaciones gráficas y de tratamiento numérico de datos físico-químicos.

Cuenta con una parte de *Teoría y Seminarios informáticos*, que se imparte en el aula (clase magistral y aula de informática), y otra de *Prácticas de Laboratorio*, que se imparte en el *Laboratorio Integrado de Física* (LO6, Física Aplicada. Aulario de Ciencias), en 4 Grupos de trabajo tanto para la parte de mecánica como para la parte de termodinámica.

1.2 Relación con otras materias

La materia tratada a lo largo del curso en esta asignatura complementa a las asignaturas de *"Mecánica y Ondas"* y *"Termodinámica"*, ya que en el laboratorio se realizarán prácticas de estas disciplinas. Además, les dará a los alumnos un bagaje en el trabajo experimental y en el tratamiento de datos útil a lo largo de toda la carrera y para el trabajo futuro.

1.3 Prerrequisitos

Aunque las memorias Verifica de los grados en Física y el Programa de Estudios Conjunto del Grado en Física y Grado en Matemáticas no establece asignaturas llame en los requisitos de matrícula, se recomienda:

- **Haber cursado las asignaturas de "Fundamentos de Mecánica y Termodinámica".**
- **Estar cursando o haber cursado "Mecánica y Ondas" y "Termodinámica".**



2. Competencias

2.1 Generales

- T1: Capacidad de análisis y de síntesis.
- T2: Capacidad de organización y planificación.
- T3: Capacidad de comunicación oral y escrita.
- T4: Capacidad de resolución de problemas.
- T5: Capacidad de trabajar en equipo.
- T6: Capacidad de trabajo y aprendizaje autónomo.
- T7: Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.
- T8: Creatividad.

2.2 Específicas

- E1: Adquirir una comprensión de la naturaleza de la investigación física, de las formas en que se lleva a cabo y de cómo la investigación en Física es aplicable a muchos campos diferentes al de la Física.
- E2: Ser capaz de presentar una investigación propia tanto a profesionales como a público en general.
- E3: Ser capaz de comparar nuevos datos experimentales con modelos disponibles para revisar su validez y sugerir cambios con el objeto de mejorar la concordancia de los modelos con los datos.
- E4: Ser capaz de iniciarse en nuevos campos a través de estudios independientes.
- E5: Ser capaz de evaluar claramente los órdenes de magnitud, de desarrollar una clara percepción de las situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías y, por lo tanto, permiten el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas. Discernir cuáles son los actores principales a la hora de explicar un determinado fenómeno físico.
- E6: Ser capaz de realizar las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir un problema hasta un nivel manejable, fundamental de todo estudio científico.
- E7: Ser capaz de empezar a desarrollar software propio y manejar herramientas informáticas convencionales.
- E8: Ser capaz de buscar y utilizar bibliografía en Física y otra bibliografía técnica, así como cualquier fuente de información relevante para trabajos de investigación y desarrollo técnico de proyectos.
- E9: Estar adecuadamente preparado para ejercitar una labor docente.
- E10: Ser capaz de mantenerse informado de los nuevos desarrollos.
- E11: Adquirir familiaridad con las fronteras de la investigación.
- E12: Tener una buena comprensión de las teorías físicas más importantes, de su estructura lógica y matemática y su soporte experimental. Tener conocimiento de las técnicas experimentales adecuadas que permitan observar aquellos aspectos o variables de interés para la comprobación de las correspondientes teorías.
- E13: Ser capaz de integrar los conocimientos recibidos de las diferentes áreas de la Física para la resolución de un problema.



E14: Haberse familiarizado con los modelos experimentales más importantes, y ser capaz de realizar experimentos de forma independiente, así como describir, analizar y evaluar críticamente los datos experimentales.

E15: Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.

3. Objetivos

GENERALES:

- Conocer técnicas de medida en Mecánica y Termodinámica.
- Manejar con soltura instrumentos básicos de laboratorio.
- Dominar diferentes tipos de representaciones gráficas, así como manejar con soltura el tratamiento numérico de datos físico-químicos.

ESPECÍFICOS

- Conocer el comportamiento de un giróscopo y entender el fenómeno de la precesión.
- Adquirir una visión global de los fenómenos oscilatorios mecánicos.
- Conocer los procesos elementales de propagación de ondas mecánicas.
- Conocer las aplicaciones instrumentales de termometría y calorimetría.
- Conocer los aspectos fundamentales asociados al transporte del calor.
- Conocer las características comunes de los cambios de fase



4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: "Tratamiento y presentación de datos experimentales"

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

Recordatorio a los alumnos de los conceptos vistos en las asignaturas experimentales del curso anterior e introducción de nuevos elementos para el tratamiento de datos experimentales (ajustes lineales y no lineales y métodos numéricos)

b. Objetivos de aprendizaje

Se pretende que el alumno aprenda a tratar los datos experimentales obtenidos en un laboratorio, a interpretar y a saber presentar el trabajo efectuado

c. Contenidos

Tema 1 Introducción.

Repaso de conceptos (Magnitudes físicas y sus unidades, Sistema Internacional de Unidades, Teoría de Errores).- Métodos de medida de magnitudes físicas.- Instrumentos de medida y su calibrado.- Instrumentos y métodos de medida de magnitudes básicas.- Análisis dimensional.

Tema 2 Herramientas de tratamiento de datos.

Consulta de Tablas y Manuales.- Presentación de los datos: Tablas y gráficas.- El ordenador y la calculadora como herramientas de trabajo.

Tema 3 Métodos de Ajuste lineales y no-lineales.

Ajuste lineal. El Método de los Mínimos Cuadrados. Cálculo de los errores en el ajuste.- Ajustes no-lineales.

Tema 4 Introducción a los Métodos Numéricos para el tratamiento de datos experimentales.

Introducción.- Interpolación y extrapolación.- Derivación numérica.- Integración numérica.- Métodos para la obtención de las raíces de una ecuación.

Tema 5 Presentación de resultados: Memoria o informe.

El Cuaderno de Laboratorio.- El Informe o la Memoria.

d. Métodos docentes

- **Actividades presenciales:**
 - Lección Magistral
 - Resolución de ejercicios y problemas
 - Aprendizaje basado en problemas
 - Aprendizaje cooperativo
- **Actividades no presenciales:**
 - Trabajo individual: Estudio/trabajo personal.

**e. Plan de trabajo**

Se presentará la materia en clases magistrales participativas o de resolución de problemas. Es aconsejable que el alumno prepare la materia con antelación. Para ello, se le proporcionarán materiales docentes, o bien elaborados por el propio profesorado de la asignatura, o bien de fácil acceso en la red o en la biblioteca.

Una vez realizada la explicación de cada parte teórica y práctica de la asignatura, resolviendo las dudas o cuestiones que puedan surgir, se pedirá al alumno que trabaje sobre una colección de problemas proporcionada por el profesor, que puede ser ampliada con la bibliografía propuesta.

Parte de estos problemas serán resueltos en clase, en sesiones de pizarra, o en el aula de informática.

Se utilizará una plataforma virtual de apoyo basada en Moodle (el Campus Virtual de la Uva) en la que, aparte de proporcionar los materiales básicos de la asignatura, se incorporarán foros temáticos (resolución de dudas, consultas, etc.), pruebas de autoevaluación y resolución de tareas.

Se proporcionará a través de esa plataforma virtual diverso material complementario y de ampliación del curso.

Bloque 2: “Laboratorio de Experimentación de Mecánica y Ondas”

Carga de trabajo en créditos ECTS:

2.6

a. Contextualización y justificación

Presentación en el laboratorio de los fenómenos y conceptos estudiados en la asignatura de Mecánica y Ondas, incluyendo la búsqueda y desarrollo de aplicaciones. Además se aplicarán los conceptos expuestos en el bloque 1 al tratamiento y presentación de los datos experimentales.

b. Objetivos de aprendizaje

Se pretende que el alumno adquiera la destreza y el rigor experimental suficientes para poder comprobar de forma experimental las leyes de la Mecánica y de la Física de Ondas

c. Contenidos

Colisiones. Dinámica de rotación. Elasticidad. Fenómenos básicos de dinámica de fluidos. Cubeta de ondas. Oscilaciones en líquidos. Ondas sonoras. Cuerdas vibrantes.

d. Métodos docentes

- **Actividades presenciales:**
 - Prácticas de laboratorio: Estudio de casos.
- **Actividades no presenciales:**
 - Trabajo personal.



e. Plan de trabajo

Las sesiones de laboratorio están organizadas para que cada grupo acuda al laboratorio durante 12 días de forma continuada (exceptuando festivos), con una duración de 4 h/día, salvo los dos últimos días que serán de 5 h.

El trabajo experimental se realizará por parejas, con el seguimiento y ayuda de un profesor en el laboratorio. Cada pareja dispondrá de todo el material necesario y de un guion explicativo de cada práctica. Estos guiones estarán disponibles en la plataforma virtual Moodle, desde el inicio del curso.

Al finalizar cada práctica, ha de presentar los resultados preliminares al profesor, quien podrá hacerles preguntas como parte de la evaluación de la parte experimental.

Al finalizar las 50 horas de trabajo presencial, se le asignará a cada alumno la práctica de la cual tiene que presentar el informe, de acuerdo a lo trabajado en el Bloque 1.

Bloque 3: “Laboratorio de Experimentación de Termodinámica”

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

Presentación en el laboratorio de los fenómenos y conceptos estudiados en la asignatura de Termodinámica, incluyendo la búsqueda y desarrollo de aplicaciones. Además se aplicarán los conceptos expuestos en el bloque 1 al tratamiento y presentación de los datos experimentales.

b. Objetivos de aprendizaje

Se pretende que el alumno adquiera la destreza y el rigor experimental suficientes para poder comprobar de forma experimental las leyes de la Termodinámica

c. Contenidos

Termometría. Calorimetría. Cambios de fase. Máquinas térmicas. Fenómenos de transporte. Propiedades térmicas de gases, líquidos y sólidos. Procesos de equilibrio y no equilibrio.

e. Plan de trabajo

Las sesiones de laboratorio están organizadas para que cada grupo acuda al laboratorio durante 12 días de forma continuada (exceptuando festivos), con una duración de 4 h/día, salvo los dos últimos días que serán de 5 h.

El trabajo experimental se realizará por parejas, con el seguimiento y ayuda de un profesor en el laboratorio. Cada pareja dispondrá de todo el material necesario y de un guion explicativo de cada práctica. Estos guiones estarán disponibles en la plataforma virtual Moodle, desde el inicio del curso.

Al finalizar cada práctica, ha de presentar los resultados preliminares al profesor, quien podrá hacerles preguntas como parte de la evaluación de la parte experimental.



Al finalizar las 50 horas de trabajo presencial, se le asignará a cada alumno la práctica de la cual tiene que presentar el informe, de acuerdo a lo trabajado en el Bloque 1.

d. Métodos docentes

- **Actividades presenciales:**
 - Prácticas de laboratorio: Estudio de casos.
- **Actividades no presenciales:**
 - Trabajo personal.

e. Plan de trabajo

Se presentará la materia del bloque 1 en clases magistrales participativas o de resolución de problemas. Es aconsejable que el alumno prepare la materia con antelación. Para ello, se le proporcionarán materiales docentes, o bien elaborados por el propio profesorado de la asignatura, o bien de fácil acceso en la red o en la biblioteca.

Una vez realizada la explicación de cada parte teórica y práctica de la asignatura, resolviendo las dudas o cuestiones que puedan surgir, se pedirá al alumno que trabaje sobre una colección de problemas proporcionada por el profesor, que puede ser ampliada con la bibliografía propuesta.

Parte de estos problemas serán resueltos en clase, ilustrando los resultados teóricos y desarrollando las técnicas de resolución propias del desarrollo de la mecánica clásica.

Se utilizará una plataforma virtual de apoyo basada en Moodle (el Campus Virtual de la Uva) en la que, aparte de proporcionar los materiales básicos de la asignatura, se incorporarán foros temáticos (resolución de dudas, consultas, etc.), pruebas de autoevaluación y resolución de tareas que formarán parte del esquema de evaluación continua, etc.

Se proporcionará a través de esa plataforma virtual diverso material complementario y de ampliación del curso.

f. Evaluación

Combinación ponderada de valoración de la parte de prácticas de laboratorio (cuaderno de laboratorio, informes de las prácticas y destreza) y prueba final de examen.

La asistencia a los laboratorios y la entrega del cuaderno y el informe es obligatoria para superar la asignatura.



g. Bibliografía básica

- Arcega Solsona J., "Unidades de medida", Prensas Universitarias de Zaragoza. Zaragoza (1995).
- Bevington, P.R. y Robinson, D.K., "Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences", 3rd Ed., McGraw-Hil, New York (2003).
- Berendsen, H.J.C., "A Student's Guide to Data and Error Analysis", Cambridge University Press (2011).
- Bridgman, P. W., "Dimensional Analysis", Yale University Press (1963)
- D'Agostini, G., "Bayesian Reasoning in Data Analysis. A Critical Introduction", World Scientific Pub. (2003).
- Demidovich, B.P. y Maron, I.A., "Cálculo numérico fundamental", Paraninfo, Madrid (1977).
- Hebra, A.J., "The Physics of Metrology", Springer-Verlag (2010).
- Kirkup, L., "Experimental Methods: An Introduction to the Analysis and Presentation of Data", John Wiley & Sons (1994).
- Kirkup, L. y Frenkel, B., "An introduction to uncertainty in Measurement", Cambridge University Press (2006).
- Morris, A.S., "The Essence of Measurement", Prentice Hall, London (1996).
- Palacios, J., "Análisis dimensional", Espasa-Calpe, S.A., Madrid (1964).
- Rabinovich, S.G., "Measurement Errors and Uncertainties: Theory and Practice", Springer-Verlag, New York (2010).
- Rabinovich, S.G., "Evaluating Measurement Accuracy", Springer (2013) [acceso electrónico vía Biblioteca-UVa].
- Ralston, A. y Rabinowitz, P., "A first course in numerical analysis", 2nd Ed, Dover (2001)
- Rouaud, M. "Probability, Statistics and Estimation: Propagation of Uncertainties in Experimental Measurement", Creative Commons (2017).
- Sánchez del Río, C., "Unidades Físicas", Eudema Universidad, Madrid (1987).
- Sánchez del Río, C., "Análisis de Errores", Eudema Universidad, Madrid (1989).
- Sivia, D.S. y Skilling, J., "Data Analysis. A Bayesian Tutorial", 2nd Ed. Oxford University Press (2006).
- Spiridonov, V.P. y Lopatkin, A.A., "Tratamiento Matemático de Datos Físico-químicos", Mir (1973).
- Spiridonov, O.P., "Constantes Físicas Universales", URSS (2013).
- Taylor, J.R., "An Introduction to Error Analysis: The Study of Uncertainties in Physical Measurements", University Science Books, 2nd Ed. (1997).
- Volkov, E.A., "Métodos Numéricos", Mir (1987).

Además de los distintos libros de "Mecánica y Ondas" y "Termodinámica" recomendados en las asignaturas teóricas.

h. Bibliografía complementaria

- I.U.P.A.C. (G. J. Leigh, H. A. Favre, W. V. Metanomski) "Principles of Chemical Nomenclature. A Guide to IUPAC Recommendations", IUPAC (1998).
http://publications.iupac.org/books/principles/principles_of_nomenclature.pdf
- I.U.P.A.C. (Prepared for publication by I. Mills, T. Cvitas, K. Homann, N. Kallay and K. Kuchitsu) "Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry", IUPAC Green Book, 2 Ed, IUPAC & RSC Publishing, (1998).
http://old.iupac.org/publications/books/gbook/green_book_2ed.pdf
- I.U.P.A.C. "Compendium of Chemical Terminology", IUPAC Gold Book, V.2.3.3 (2014). Interactive version updated July 1st, 2019.
<https://goldbook.iupac.org/>
- Lleó, A. y Lleó, L., "Gran manual de magnitudes físicas y sus unidades", Ediciones Díaz de Santos (2008).
- N.I.S.T._"NIST Special Publication 330 The International System of Units (SI), 2019 Edition".
<https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.330-2019.pdf>
- Rumble, J.R. Editor; "Handbook of Chemistry and Physics", CRC Press (2018).
- Spiegel, M.R., Lipschutz, S. y Liu, J., "Fórmulas y tablas de matemática aplicada", MacGraw-Hill (2014).



- **Real Decreto 2032/2009, de 30 de diciembre**, por el que se establecen las unidades legales de medida. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Boletín Oficial del Estado (21/01/2010), Nº 28, 5607-5619.
 Disponible en:
<https://www.boe.es/buscar/pdf/2010/BOE-A-2010-927-consolidado.pdf>
 Este **Real Decreto 2032/2009**, traspone la **directiva 80/181/CEE**, por la que el **Consejo de las Comunidades Europeas estableció el uso del sistema internacional de unidades como sistema legal de unidades**, y sus modificaciones posteriores, además de hacer suyos los acuerdos de la Conferencia General de Pesas y Medidas.
- **Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología**. Boletín Oficial del Estado (23/12/2014), Nº 309, 104386-104408.
 Disponible en:
<https://www.boe.es/boe/dias/2014/12/23/pdfs/BOE-A-2014-13359.pdf>
- **Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología**. Boletín Oficial del Estado (07/06/2016), Nº 137, 37689-37858.
 Disponible en:
<https://www.boe.es/boe/dias/2016/06/07/pdfs/BOE-A-2016-5530.pdf>
<https://www.boe.es/buscar/pdf/2016/BOE-A-2016-5530-consolidado.pdf>

ENLACES WEB

- <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/>
- <https://www.cem.es/>
- <https://www.iypt2019.org/>
- <https://www.iso.org/home.html>
- <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>
- <https://www.nist.gov/topics/metrology>
- <https://www.nist.gov/pml/periodic-table-elements>
- <https://webbook.nist.gov/chemistry/>
- <https://www.oiml.org/en/publications/other-language-translations/other-language-translations>

i. Recursos necesarios

- Material informático para:
 - Presentaciones en Power-Point
 - Hojas de cálculo para trabajo en aula de informática
 - Consultas de direcciones web
- Pizarra
- Material bibliográfico
- Material de laboratorio: dispositivos experimentales y material complementario

j. Temporalización

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Tratamiento de datos	0,8	Semanas 2-4 según grupos (1er cuatrimestre)
Bloque 2: Laboratorio de Mecánica y Ondas	2,6	Semanas 5-15 según grupos (2º cuatrimestre)
Bloque 3: Laboratorios de Termodinámica	2,6	Semanas 1-11, según grupos (2º cuatrimestre)



5. Métodos docentes y principios metodológicos

Es una materia fundamentalmente presencial en laboratorios (los alumnos difícilmente podrán realizar experimentos de laboratorio sin contar con las instalaciones y con el personal docente de la Universidad). Cuenta asimismo con algunas clases de aula con contenidos sobre seguridad, metodología de trabajo, tratamiento de datos, etc... que se desarrollarán entre un aula convencional y un aula con equipos informáticos.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	TRABAJO PERSONAL DEL ALUMNO	HORAS
Clases en Aula (Teoría + Seminarios informáticos)	14	Estudio autónomo y resolución de problemas	0
Trabajo de laboratorio	100	Redacción de informes de laboratorio	24
Tutorías, seminarios y presentaciones de trabajos, sesiones de evaluación	6	Búsquedas bibliográficas	6
TOTAL PRESENCIAL	120	TOTAL PERSONAL	30

7. Sistema y características de la evaluación

Convocatoria Ordinaria

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
MECÁNICA: Destreza experimental en el laboratorio, cuaderno e informe de una práctica	25 %	Asistencia y entrega obligatoria
TERMODINÁMICA: Destreza experimental en el laboratorio, cuaderno e informe de una práctica	25 %	Asistencia y entrega obligatoria
Examen conceptos teóricos. Incluye: - Examen test de conceptos físicos fundamentales tratados en las prácticas	15 %	Nota mínima 4 sobre 10 para hacer media con la nota de laboratorio
- Cuestiones de tratamiento de datos y cálculo de errores	35 %	

Convocatoria Extraordinaria

SÓLO SUSPENSA TEORÍA - Examen escrito (mín. 4/10)

SÓLO SUSPENSO LABORATORIO - Una práctica en el laboratorio

SUSPENSO TODO - Examen escrito (mínimo 4/10)
- Una práctica en el laboratorio

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - Lo descrito en la tabla del apartado 7
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Deberá examinarse sólo de la teoría, laboratorio o de teoría y laboratorio, si no ha aprobado una o ambas partes en la convocatoria ordinaria.

8. Consideraciones finales

No existen