

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2025-26	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

### PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Identificación y características de la asignatura			
Código	500805	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Laboratorio de Física Moderna		
Denominación (inglés)	Modern Physics Laboratory		
Titulación	Grado en Física		
Centro	Facultad de Ciencias		
Semestre	8	Carácter	Obligatoria
Módulo	Obligatorio		
Materia	Técnicas experimentales		
Profesor/es			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
Alejandro Martín Sánchez	B-007 Física	ams@unex.es	
Pilar Blanco Rodríguez	B-005 Física	pbr@unex.es	
Área de conocimiento	Física Atómica, Molecular y Nuclear		
Departamento	Física		
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Alejandro Martín Sánchez		
Competencias			
<b>BÁSICAS</b>			
<p>CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio</p> <p>CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio</p> <p>CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética</p> <p>CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado</p> <p>CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía</p>			
<b>GENERALES</b>			
<p>CG1 - Adquirir una experiencia positiva de la Física y mantener una curiosidad intelectual en la disciplina.</p> <p>CG2 - Conocer, comprender y analizar con espíritu crítico los principios y fundamentos de la Física, y dominar aquellos métodos matemáticos y numéricos necesarios.</p>			

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2025-26	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

CG3 - Observar la realidad física e identificar los elementos esenciales de cualquier fenómeno físico siendo capaz de construir modelos simplificados que los describan con la aproximación necesaria.

CG4 - Conocer las técnicas y metodologías experimentales propias de la Física.

CG5 - Saber evaluar los resultados experimentales, contrastarlos con las predicciones del modelo teórico e introducir las modificaciones necesarias en este modelo cuando se observen discrepancias entre ambos.

CG6 - Saber aplicar los conocimientos adquiridos durante su formación al ejercicio profesional.

CG7 - Desarrollar la imaginación y la creatividad inherentes al avance de la Ciencia.

CG8 - Reconocer la dimensión ética de los problemas e investigaciones así como la necesidad de un compromiso ético profesional.

#### **TRANSVERSALES**

CT1 - Comunicar los resultados de un trabajo por medio de la elaboración de informes científicos claros y precisos, así como mediante la exposición oral de los mismos.

CT2 - Trabajar en equipo.

CT3 - Demostrar capacidad de organización y planificación.

CT4 - Ser capaz de evaluar críticamente el propio aprendizaje, así como de llevar a cabo estrategias de mejora.

CT7 - Mostrar sensibilidad hacia temas medioambientales.

CT8 - Ser capaz de aplicar sus conocimientos en el mundo empresarial.

CT9 - Conocer una segunda lengua extranjera, preferentemente inglés.

CT10 - Respetar los derechos fundamentales, así como la igualdad de oportunidades y la no discriminación.

CT11 - Dominar adecuadamente las TIC.

#### **ESPECÍFICAS**

CE1 - Demostrar haber alcanzado una comprensión adecuada de los diferentes fenómenos físicos.

CE2 - Poseer conocimientos actualizados o de vanguardia en algunos aspectos de la Física.

CE3 - Identificar los elementos esenciales de una situación física compleja a fin de construir un modelo simplificado que describa con la aproximación necesaria el problema de estudio.

CE4 - Buscar, analizar y sintetizar información propia del campo de la Física, tanto teórica como experimental, así como seleccionar y utilizar las tecnologías de la información y la comunicación más adecuadas en cada situación.

CE5 - Aprender el manejo de instrumentos y técnicas de medida en Física.

CE6 - Adquirir las destrezas experimentales suficientes para planificar, diseñar y realizar experimentos físicos de forma independiente.

CE7 - Ser capaz de desarrollar software utilizando lenguajes de programación y usar paquetes informáticos en una variedad de áreas que incluyan la elaboración de documentos, la búsqueda de información, cálculo numérico y la presentación de datos.

CE8 - Resolver problemas en el campo de la Física.

#### **Contenidos**

##### **Breve descripción del contenido**

Realización de experiencias específicas en Física Cuántica y Física Atómica y Nuclear: Efecto fotoeléctrico; Espectros; Desintegración radiactiva; Interacción radiación-materia.

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2025-26	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

<b>Temario de la asignatura</b>
<b>Parte teórica</b>
<p>Denominación del tema 1: Interacción radiación-materia. Partículas cargadas pesadas y ligeras.</p> <p>Contenidos del tema 1: Excitación e ionización. Poder de frenado. Rango. Pérdida de energía en absorbentes.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 1: Prácticas A1-3, F2-4, G1-3, L1-2, M1, M3, NI-3 y R1-4.</p>
<p>Denominación del tema 2: Interacción radiación-materia. Radiación gamma y neutrones.</p> <p>Contenidos del tema 2: Absorción fotoeléctrica. Dispersión Compton. Producción de pares. Procesos de detección. Blindaje y apantallamiento.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 2: Prácticas A1-3, G3, L3, N4, M2 y R1-4.</p>
<p>Denominación del tema 3: Dosimetría y protección radiológica.</p> <p>Contenidos del tema 3: Exposición y dosis. Unidades. Contaminación interna y externa. Riesgos. Legislación.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 3: Práctica R4.</p>
<p>Denominación del tema 4: Instrumentación nuclear</p> <p>Contenidos del tema 4: Detectores de ionización gaseosa, de luminiscencia y de semiconductor. Otros tipos de detectores.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 4: Prácticas G1-3, L1-3 y M1-2.</p>
<p>Denominación del tema 5: Contadores y analizadores multicanal.</p> <p>Contenidos del tema 5: Escalas, contadores, discriminadores, analizadores mono y multicanal. Electrónica estándar. Manejo de equipos.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 5: Prácticas G2-3, L1-3, M1-2, N2 y R1-4.</p>
<p>Denominación del tema 6: Espectrometría de radiaciones nucleares I.</p> <p>Contenidos del tema 6: Espectrometría alfa, beta y gamma. Resolución. Calibraciones en energía y en eficiencia. Análisis de datos.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 6: Prácticas A3, L2-3 y M1-2.</p>
<p>Denominación del tema 7: Espectrometría de radiaciones nucleares II.</p> <p>Contenidos del tema 7: Cuestiones específicas sobre espectrometría gamma. Fotopicos, fondos Compton, aniquilación, escape simple, escape doble, retrodispersión, efectos del blindaje, etc.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 7: Prácticas L3 y M2.</p>
<p>Denominación del tema 8: Manejo de datos experimentales I.</p> <p>Contenidos del tema 8: Parámetros de centralización y dispersión. Distribuciones matemáticas aplicables a las medidas nucleares.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 8: Todas las prácticas.</p>
<p>Denominación del tema 9: Manejo de datos experimentales II.</p> <p>Contenidos del tema 9: Propagación de incertidumbres. Forma de expresar un resultado. Cifras significativas. Redondeos. Ajuste a funciones matemáticas.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 9: Todas las prácticas.</p>
<b>Parte experimental</b>
<p>Los alumnos realizarán durante el curso 10 prácticas, elegidas por el profesor, de entre las que aparecen a continuación, de forma que haya un reparto entre los diferentes tipos. Según las</p>

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2025-26	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

disponibilidades del laboratorio y del número de alumnos, las prácticas se realizarán de modo individual o por parejas, según el número de alumnos por grupo que determinen las autoridades académicas. Si el número de alumnos fuera mayor que las capacidades de los laboratorios, debería ser necesario el establecimiento de grupos, pero esta decisión debe ser tomada por las autoridades académicas.

### Física Atómica

#### A1. Estudio experimental de rayos catódicos

Origen y naturaleza. Propiedades. Comportamiento frente a campos electromagnéticos.

#### A2. Física cuántica del átomo de hidrógeno

Espectro visible del hidrógeno. Constantes de Rydberg y Planck (efecto fotoeléctrico).

#### A3. Niveles de energía en átomos multielectrónicos

Estudio de la energía de ionización y de las excitaciones atómicas en gases. Casos de He y Ne.

### Constantes fundamentales

#### F1. Medida del metro

Medida de la unidad de longitud mediante el desplazamiento de fase de dos haces.

#### F2. Resonancia de espín electrónico

Estudio del espín, del momento magnético y del factor g del electrón.

#### F3. Experimento de Millikan

Determinación de la carga elemental con una gota de aceite en un campo eléctrico.

#### F4. Experiencias sobre la relación carga-masa del electrón

Establecimiento de un haz de electrones. Choques en el gas. Curvatura del haz. El campo magnético de La Tierra.

### Física Nuclear. Detectores de ionización gaseosa

#### G1. Cámara de ionización con rejilla

Montaje y - medida de partículas alfa con una cámara de ionización. Estudio del rango en el aire.

#### G2. Detector proporcional de flujo de gas

Contador proporcional de flujo de gas. Medida simultánea de partículas alfa y beta.

#### G3. Contador Geiger-Müller

Curva característica, eficiencia, y tiempo muerto de contaje

### Física Nuclear. Detectores de centelleo

#### L1. Detector de centelleo de ZnS(Ag)

Calibración y manejo de un detector de centelleo sólido de ZnS(Ag) para partículas alfa.

#### L2. Detector de centelleo líquido

Calibración y manejo de un detector de centelleo líquido. Espectrometrías alfa y beta.

#### L3. Detector de centelleo de NaI(Tl)

Espectrometría gamma de baja resolución. Medida de la concentración de radón en interiores.

### Física Nuclear. Detectores de semiconductor

#### M1. Espectrómetro con detector de silicio

Estudio de pulsos. Espectrometría de partículas alfa con detector de semiconductor.

#### M2. Espectrómetro con detector de germanio

Espectrometría gamma de alta resolución. Fondo radiactivo ambiental. Apantallamiento.

#### M3. Detector pixelado. Observación de trazas

Observación y clasificación de las trazas de diferentes tipos de partículas y energías

### Física Nuclear. Aplicaciones

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2025-26	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

<b>N1. Dispersión de Rutherford</b> Desviación de partículas alfa en diversos materiales. Variaciones angular y atómica.								
<b>N2. Resonancia magnética nuclear</b> Estudio de espines nucleares mediante transiciones inducidas por un campo magnético.								
<b>N3. Medidas en coincidencia</b> Estudio de transiciones radiactivas en cascada.								
<b>N4. Detectores de trazas.</b> Observación de partículas en cámara de niebla. Estimación de la masa y de la vida propia del $K^0$ a través de resultados de experimentos de alta energía en cámara de burbujas.								
<b>Física Nuclear. Radiactividad</b>								
<b>R1. Detección y medida de la radiactividad</b> Estudio de las características del proceso de detección de materiales radiactivos.								
<b>R2. Radiactividad Ambiental. Propiedades de la radiación</b> Estudio del fondo radiactivo ambiental. Interacción con materia y con campos magnéticos.								
<b>R3. Interacción de la radiación con la materia</b> Aplicaciones de los radionúclidos. Estudio de espesores y superficies.								
<b>R4. Atenuación de la radiactividad: tiempo, distancia, blindaje.</b> Ley de la distancia. Criterio ALARA. Materiales para apantallamiento. Atenuación. Dosimetría								
<b>Actividades formativas</b>								
Horas de trabajo del estudiante por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencia l
Tema	Total	GG	CH	L	O	S	TP	EP
1	3	1						2
2	3	1						2
3	3	1						2
4	3	1						2
5	3	1						2
6	3	1						2
7	3	1						2
8	3	1						2
9	3	1						2
Práctica 1	11,7			4,5				7,2
Práctica 2	11,7			4,5				7,2
Práctica 3	11,7			4,5				7,2
Práctica 4	11,7			4,5				7,2
Práctica 5	11,7			4,5				7,2
Práctica 6	11,7			4,5				7,2
Práctica 7	11,7			4,5				7,2
Práctica 8	11,7			4,5				7,2
Práctica 9	11,7			4,5				7,2
Práctica 10	11,7			4,5				7,2
<b>Evaluación</b>	6	1		5				

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2025-26	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

<b>TOTAL</b>	150	10	50	90
<p>GG: Grupo Grande (85 estudiantes).          CH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)          L: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)          O: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)          S: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).          TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).          EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.</p>				
<b>Metodologías docentes</b>				
<p>Explicación y discusión de los contenidos.          Actividades experimentales en forma de prácticas en laboratorios          Trabajo autónomo del alumno.</p>				
<b>Resultados de aprendizaje</b>				
<p>El estudiante debe ser capaz de planificar, diseñar y realizar experimentos de forma independiente en el campo de la Física Atómica y Nuclear y la Física Moderna.          Así mismo, el estudiante deberá poder evaluar los resultados de las experiencias y extraer conclusiones de ellos, utilizando los métodos matemáticos y numéricos adecuados y desarrollando los programas de cálculo necesarios.          Deberá poder comunicar los resultados de su trabajo a través de informes científicos, así como mediante la exposición de éstos, utilizando las tecnologías de la información y la comunicación más adecuadas en cada situación.</p>				
<b>Sistemas de evaluación</b>				
<p>Los instrumentos de evaluación y su ponderación serán los siguientes:          Exámenes: pruebas individuales que pueden adoptar diferentes formas (desarrollo o respuesta larga, respuesta corta, tipo test, ejercicios, problemas, etc.) o ser una combinación de éstas.          Ponderación: contribuirá a la nota un 50%. A lo largo del curso se llevarán a cabo 3 exámenes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Primer examen escrito: (ponderación: 10 % de la nota final cuando la nota obtenida sea superior a 3 sobre 10): Versará sobre aspectos prácticos y cuestiones técnicas de la asignatura (1 h). Este examen se realizará a la finalización de las clases teóricas, y antes del comienzo de las prácticas.</li> <li>- Segundo examen escrito (ponderación: 20 % de la nota final): Versará sobre aspectos prácticos, cuestiones teóricas y prácticas, y resultados de las prácticas realizadas en el laboratorio (2h). Este examen se realizará una vez finalizadas todas las prácticas y entregadas todas las memorias en la fecha que se determine para las diferentes convocatorias.</li> <li>- Examen práctico: (ponderación: 20 % de la nota final): Examen de una práctica de laboratorio (3 h).</li> </ul> <p><b>Elaboración, presentación y defensa de trabajos (casos prácticos, prácticas de laboratorio, etc.):</b> desarrollo de trabajos prácticos, que pueden ser desde breves y sencillos, hasta amplios y complejos, incluyendo memorias propias de los últimos cursos. Esta actividad de evaluación puede también incluir la exposición del trabajo para demostrar los resultados del aprendizaje.          Ponderación: contribuirá a la nota un 50%.          En este sentido, debido a la necesidad de conocer el manejo de aparatos especializados cuyo coste es enormemente alto, y a la potencial peligrosidad de manejo indebido de sustancias y</p>				

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2025-26	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

dispositivos en el laboratorio, la asistencia a las clases teóricas de esta asignatura es obligatoria. Si un alumno faltara a más del 20 % de las clases teóricas de manera injustificada, no podrá realizar la parte práctica de la asignatura, con las consiguientes consecuencias que ello conllevaría. Así mismo, la asistencia y participación a todas las sesiones prácticas, el desarrollo de todas y cada una de las prácticas de laboratorio asignadas a cada alumno, y la entrega, en tiempo y forma, de las memorias de todas, y de cada una, de las prácticas realizadas, serán cuestiones completamente obligatorias. En caso de falta de asistencia por algún motivo debidamente justificado a alguna de las sesiones prácticas, el alumno, de acuerdo con el profesor encargado de la asignatura, recuperará el correspondiente trabajo de laboratorio en tiempo y forma, durante el período de clases. En caso de que algún alumno obtuviera una calificación inferior a 3 sobre 10 en el global de las memorias entregadas, el alumno deberá entregar nuevamente en el plazo fijado por el profesor, todas aquellas memorias de prácticas corregidas que le sean requeridas. Si el profesor observa que los resultados obtenidos en alguna práctica son erróneos, resultantes de mediciones tomadas equivocadamente, o faltan mediciones en alguna práctica, el alumno deberá repetir la práctica correspondiente durante el período de clases. La Universidad de Extremadura dispone del sistema de detección de plagios, que será utilizado en esta asignatura. Cualquier tipo probado de plagio se sancionará con una puntuación de cero en toda la práctica correspondiente (amén de las posibles consecuencias legales que pueda conllevar tal actuación). Un índice de plagio superior al 40 % en un trabajo, se considerará automáticamente memoria de prácticas plagiada.

Para poder aprobar la asignatura completa, el alumno ha de conseguir al menos un 3 sobre 10 en cada una de las partes de que consta la evaluación (entrega de memorias, exámenes escritos y examen práctico). Si un alumno no se presenta a alguno o algunos de los apartados de que consta la evaluación (entrega de memorias, exámenes escritos o examen práctico), obtendrá la calificación de “no presentado” (excepto en el caso de no superación del primer examen escrito), aunque se guardará la nota que tenga asignada en la parte superada, debiendo repetir la parte o partes en las que haya fallado, todo ello con arreglo a lo que disponga el profesor encargado de la asignatura.

Todo lo aquí expresado será aplicable en todas las convocatorias de evaluación a las que se presente el alumno. Las prácticas de laboratorio sólo podrán realizarse dentro del período de clases correspondiente al segundo semestre. Al ser una asignatura de prácticas de laboratorio encuadrada en una titulación experimental, no es aplicable ningún tipo de evaluación global (Artículo 4.2 de la Normativa). Por todo lo explicado, el sistema de evaluación que se seguirá en esta asignatura es el de evaluación continua.

#### Bibliografía (básica y complementaria)

##### Libros de teoría y de prácticas de laboratorio

- M. Alonso, E.J. Finn. Física. Vol III. Fundamentos cuánticos y estadísticos. Fondo Educativo Iberoamericano, Bogotá, 1971.
- B. Cagnac, J.C. Pebay-Peyroula. Physique atomique. Tome 2. Applications de la Mécanique Quantique. Dunod, Paris, 1971.
- G.D. Chase, S. Rituper, J.W. Sulcoski. *Experiments in Nuclear Science*. Alpha Editions, Minnesota, 1971.
- H. Debertin, R.G. Helmer. *Gamma- and X-ray spectrometry with semiconductor detectors*. North-Holland, Amsterdam 1988.

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2025-26	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

- J.L. Duggan. *Laboratory investigations in Nuclear Science*. The Nucleus, INC, Oak Ridge, USA, 1988.
- M. García-León. *Detecting environmental radioactivity*. Springer, Cham, 2022
- G. Gilmore, J. Hemingway. *Practical gamma-ray spectrometry*. Wiley, Chichester, 1998.
- S.A. Katz, J.C. Bryan. *Experiments in Nuclear Science*. CRC Press, Boca Raton, 2011.
- G.F. Knoll. *Radiation detection and measurement* (3rd ed.) Wiley, New York, 1999.
- K.S. Krane. *Modern Physics*. Wiley, New York, 1983.
- K.S. Krane. *Introductory Nuclear Physics*. Wiley, New York, 1988.
- M.F. L'Annunziata. *Radionuclide tracers*. Academic Press, London, 1987.
- M.F. L'Annunziata. *Handbook of Radioactivity Analysis* (3<sup>rd</sup> ed.). Academic Press, Amsterdam, 2012.
- W.R. Leo. *Techniques for Nuclear and Particle Physics experiments. A how-to approach* (2<sup>nd</sup> ed.) Springer-Verlag, Berlin, 1994.
- A.C. Melissinos. *Experiments in Modern Physics*. Academic Press, San Diego, 1966.
- H. Nikjoo, S. Uehara, D. Emfietzoglou. *Interaction of radiation with matter*. CRC Press, Boca Raton, 2012.

#### Libros de análisis de datos experimentales

- R. Bevington. *Data reduction and error analysis for the physical sciences*. McGraw-Hill, New York, 1969.
- S. Brandt. *Data analysis. Statistical and computational methods for scientists and engineers* (3<sup>rd</sup> ed). Springer-Verlag, Berlin, 1999.
- W.H. Press, B.P. Flannery, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling. *Numerical recipes. The art of scientific computing*. Cambridge University Press, 1989.

#### Otros recursos y materiales docentes complementarios

##### Páginas web

- <http://www.amptek.com/>
- <http://www.canberra.com/>
- <http://www.didaciencia.com/main.php>
- <http://www.lamse.es/>
- [http://www.ld-didactic.de/data\\_e/index.html](http://www.ld-didactic.de/data_e/index.html)
- <http://www.ntl.at/>
- <http://www.ortec-online.com/>
- <http://www.pasco.com/>
- <http://www.phywe-es.com/883/Inicio.htm>
- <http://www.sidilab.com/>
- <http://www.ventusciencia.com/>
- <http://www.3bscientific.es/>

##### Campus virtual