



# Grado en Física (curso 2024-25)

<b>Física Nuclear</b>		<b>Código</b>	800535	<b>Curso</b>	4º	<b>Sem.</b>	1º
<b>Módulo</b>	Física Fundamental	<b>Materia</b>	Estructura de la Materia	<b>Tipo</b>	optativo		

	Total	Teóricos	Práct./Semin.	Lab.
<b>Créditos ECTS:</b>	6	3.6	2.4	
<b>Horas presenciales</b>	45	27	11	7

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender la estructura del núcleo atómico, sus propiedades básicas y ser capaz de modelizar dichas propiedades utilizando tanto modelos microscópicos como semiclásicos. Familiarizarse con las reacciones nucleares y las aplicaciones de la Física Nuclear.</li> </ul>
Breve descripción de contenidos
<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades y modelización de los núcleos atómicos.</li> <li>Reacciones nucleares.</li> </ul>
Conocimientos previos necesarios
Es aconsejable haber cursado todas las asignaturas obligatorias hasta tercero del grado en Física.

<b>Profesor/a coordinador/a</b>	Luis Mario Fraile Prieto			<b>Dpto.</b>	EMFTEL
	<b>Despacho</b>	03.230.0	<b>e-mail</b>	lmfraile@ucm.es	

Teoría/Prácticas - Detalle de horarios y profesorado								
Grupo	Aula	Día	Horario	Profesor	Fechas	horas	T/P	Dpto.
A	1 11	L J	12:00 -13:30	Luis Mario Fraile Prieto	Todo el cuatrimestre	26	T/P	EMFTEL
				José Manuel Udías Moineo		12	T/P	EMFTEL
B	1	M,J	15:30 – 17:00	José Manuel Udías Moineo	Todo el cuatrimestre	26	T/P	EMFTEL
				Luis Mario Fraile Prieto		12	T/P	EMFTEL

T:teoría, P:práctica- Las clases de problemas se van intercalando con las de teoría según el avance del temario

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
1	Laboratorio de Física Atómica y Nuclear (3ª planta)	11 y 18 de noviembre 9:00 – 13:00	Víctor Sánchez Tembleque Verbo	7	EMFTEL
2		11 y 18 de noviembre 14:00 – 17:30	Víctor Sánchez Tembleque Verbo	7	
3		12 y 26 de noviembre 9:30 – 13:00	Alejandro Ariza Carrasco	7	
4		14 y 25 de noviembre 9:30 – 13:00	Víctor Sánchez Tembleque Verbo	7	
5		12 y 22 de noviembre 14:00 – 17:30	Alejandro Ariza Carrasco	7	
6		13 y 22 de noviembre 9:30 – 13:00	Andrés Illana Sisón	7	
7		13 y 25 de noviembre 14:00 – 17:30	Andrés Illana Sisón	7	

Tutorías				
Grupo	Profesor	horarios	e-mail	Lugar
A	Luis Mario Fraile Prieto	L: 10:30-12:00 J: 14:00-15:30 Para otros horarios contactar con el profesor por correo electrónico	lmfraile@ucm.es	03.230.0
	José Manuel Udías Moineiro	L y J: 15:00-16:30	jose@nuc2.fis.ucm.es	03.227.0
B	Luis Mario Fraile Prieto	L: 10:30-12:00 J: 14:00-15:30 Para otros horarios contactar con el profesor por correo electrónico	lmfraile@ucm.es	03.230.0
	José Manuel Udías Moineiro	L y J: 15:00-16:30	jose@nuc2.fis.ucm.es	03.227.0

Programa de la asignatura
<p>TEORÍA</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Interacción nucleón-nucleón: Rango, intensidad, simetrías. Sistemas de pocos nucleones: el deuterón. Dispersión nucleón-nucleón. Isoespín.</li> <li>2. Profundización en las propiedades estáticas de los núcleos complejos. Forma, tamaño y energía de ligadura. Energías de separación. Energía de apareamiento. Espectros vibracionales y rotacionales. Espectro de partícula independiente. Momentos electromagnéticos nucleares.</li> <li>3. Campo medio, métodos autoconsistentes y modos colectivos. Interacciones efectivas</li> </ol>

dependientes de la densidad. Interacción residual. Interacción de apareamiento. Aproximación Hartree-Fock-Bogoliubov. Del modelo del gas de Fermi a la teoría de Brueckner- Hartree- Fock y más allá.

4. Profundización en las propiedades de desintegración nucleares. Alfa, beta, gamma, conversión interna, captura electrónica. Reglas de selección. Teoría de Gamow de la desintegración alfa. Teorías de Fermi y Gamow-Teller de la desintegración beta. Teoría V-A. Transiciones multipolares eléctricas y magnéticas.
5. Reacciones nucleares. Cinemática. Dispersión elástica. Potencial óptico. Reacciones de núcleo compuesto. Reacciones directas. Reacciones de transferencia de nucleones (pickup, stripping). Reacciones de intercambio de carga.
6. Fisión y fusión. Fisión espontánea e inducida. Fusión en el Sol. Ciclos pp y CNO. Nucleosíntesis primordial y en las estrellas. Procesos r y s.
7. Métodos de espectroscopia nuclear.
8. Aplicaciones. Reactores de fisión y fusión. Datación. Análisis de materiales. Aplicaciones en medicina: Imagen nuclear y radioterapia. Aceleradores.

### PRÁCTICAS

Experiencias con desintegración alfa, beta y gamma. Detección de fotones y partículas cargadas. Espectros nucleares experimentales. Coincidencias, anticoincidencias y correlaciones angulares en la desintegración gamma. Calibración detector alfa y espectros alfa. Espectroscopio magnético, espectros beta más y beta menos. Detectores de estado sólido.

Más detalles <http://nuclear.fis.ucm.es/laboratorio>

### Bibliografía

#### Básica

- A. Obertelli, H. Sagawa, *Modern Nuclear Physics. From Fundamentals to Frontiers* (Springer, 2021).
- K.S. Krane: *Introductory Nuclear Physics* (John Wiley and Sons, 1982).
- K. Heyde: *Basic Ideas and Concepts in Nuclear Physics. An Introductory Approach* (Institute of Physics, 2002).
- W. Greiner, J. A. Maruhn: *Nuclear Models*. (North-Holland Pub. co., 1978).

#### Complementaria

- G.F. Knoll: *Radiation Detection and Measurement* (Wiley, 2000), para las prácticas.
- P. Ring, P. Schuck: *The Nuclear Many-Body Problem* (Springer-Verlag, 1994).
- S.G. Nilsson, I. Ragnarsson: *Shapes and Shells in Nuclear Structure* (Cambridge Univ. Press, 2005).

### Recursos en internet

Campus virtual

<http://nuclear.fis.ucm.es/FN>

### Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyendo ejemplos y aplicaciones.
- Clases prácticas de problemas.
- Se realizarán también sesiones de prácticas en el laboratorio de Física Nuclear.

Las lecciones de teoría utilizarán la pizarra o proyecciones con ordenador. La resolución de problemas tendrá lugar en la pizarra, aunque ocasionalmente podrán usarse proyecciones con ordenador. Además se pondrá a disposición de los estudiantes el material incluyendo las explicaciones y se dedicarán las clases en subgrupos a la resolución de dudas, “flipped classroom” y realización de ejemplos prácticos y problemas.

El material de la asignatura está disponible a través del Campus Virtual.

<p>El profesor recibirá en su despacho a los alumnos en el horario especificado de tutorías, con objeto de resolver dudas, ampliar conceptos, etc. Es altamente recomendable la asistencia a estas tutorías para un mejor aprovechamiento del curso.</p>		
<b>Evaluación</b>		
<b>Realización de exámenes</b>	<b>Peso:</b>	70%
<p>El examen tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).</p>		
<b>Otras actividades de evaluación</b>	<b>Peso:</b>	30%
<p>Otras actividades de evaluación tales como seguimiento de una colección de problemas, controles, trabajos entregables, realización de las prácticas e informes de laboratorio.</p>		
<b>Calificación final</b>		
<p>Para superar la asignatura se requiere haber realizado y superado las prácticas obligatorias.</p> <p>La calificación final será <math>N_{Final} = \text{Max}(0.7 N_{Examen} + 0.3 N_{OtrasActiv}, N_{Examen})</math>, donde <math>N_{Examen}</math> y <math>N_{OtrasActiv}</math> son (en una escala 0 - 10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores. Se requiere una calificación mínima de <math>N_{Examen} = 4</math> para y de <math>N_{Final} = 5</math> para superar la asignatura.</p> <p>La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo el mismo procedimiento de evaluación.</p>		