

**FICHA IDENTIFICATIVA****Datos de la Asignatura**

<b>Código</b>	34264
<b>Nombre</b>	Física Nuclear y de Partículas
<b>Ciclo</b>	Grado
<b>Créditos ECTS</b>	7.5
<b>Curso académico</b>	2020 - 2021

**Titulación(es)**

<b>Titulación</b>	<b>Centro</b>	<b>Curso</b>	<b>Periodo</b>
1105 - Grado en Física	Facultad de Física	4	Primer cuatrimestre

**Materias**

<b>Titulación</b>	<b>Materia</b>	<b>Caracter</b>
1105 - Grado en Física	15 - Ampliación de Física	Obligatoria

**Coordinación**

<b>Nombre</b>	<b>Departamento</b>
DIAZ MEDINA, JOSE	180 - Física Atómica, Molecular y Nuclear
MARTINEZ VIDAL, FERNANDO	180 - Física Atómica, Molecular y Nuclear

**RESUMEN**

La Física Nuclear y de Partículas es una asignatura de carácter obligatorio que se imparte en el primer cuatrimestre de cuarto curso de los estudios de Grado en Física. Consta de un total de 7.5 créditos ECTS, de los cuales 4.5 son teóricos, 1.5 teórico-prácticos (resolución de problemas), y 1.5 de laboratorio. Esta asignatura forma parte de la materia Ampliación de Física, y permitirá al graduado/a adquirir conocimientos básicos sobre la estructura de la materia y sus propiedades.

La Física Nuclear es la disciplina científica que estudia los núcleos atómicos, sus propiedades y las fuerzas que actúan entre sus constituyentes (protones y neutrones, denominados genéricamente nucleones). Hoy sabemos que los nucleones a su vez están constituidos por sistemas físicos aun más fundamentales llamados quarks, los cuales no poseen estructura y son, asimismo, los constituyentes de lo que denominamos partículas elementales. La Física de Partículas tiene por objeto el estudio de los constituyentes de la materia a su escala más fundamental, entender los patrones de la “tabla” de partículas elementales y cuáles son las propiedades y leyes que rigen sus interacciones. Tanto la Física Nuclear como la Física de Partículas tienen un carácter de ciencia fundamental, pero hoy día sus aplicaciones son innumerables tanto en el ámbito científico como en el industrial, médico, etc. Por tanto, un planteamiento moderno de la asignatura requiere una presentación tanto de sus aspectos básicos como aplicados.



Los aspectos generales en los que radica la importancia de esta disciplina y que se han considerado para definir los contenidos, orientación y planteamiento de la asignatura son los siguientes:

- La comprensión de la estructura fundamental de la materia y de sus interacciones ha sido y sigue siendo uno de los mayores retos intelectuales y tecnológicos del hombre desde finales del siglo XIX. Además, el estudio nuclear y subnuclear de la materia ha sido decisivo en la evolución de la Física, baste recordar la génesis y posterior desarrollo de la Mecánica Cuántica, hoy día uno de los cimientos básicos de la ciencia.
- La Física Nuclear y de Partículas está relacionada con una gran variedad de otras áreas de investigación de gran relevancia en la actualidad, tales como la Astrofísica Nuclear, Astropartículas, Física del Estado Sólido, Nanotecnología, Computación Cuántica, etc.
- Las necesidades técnicas asociadas al desarrollo de esta disciplina han dado lugar a un elevado número de aplicaciones tecnológicas que han repercutido directamente en la mejora de nuestra calidad de vida. Entre ellas podríamos citar los aceleradores, la medicina nuclear (tanto para diagnóstico como terapia), fuentes de energía, aplicaciones industriales de todo tipo, informática y telecomunicaciones, protección del medio ambiente, etc.

## CONOCIMIENTOS PREVIOS

### Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

### Otros tipos de requisitos

Se requiere un buen conocimiento de las materias básicas estudiadas en cursos previos, especialmente Física Cuántica y Electromagnetismo. Se recomienda cursar esta materia junto con Mecánica Cuántica, Electrodinámica Clásica y Física del Estado Sólido. Asignaturas complementarias son Física Atómica y de las Radiaciones, Instrumentación Nuclear, Mecánica Cuántica Avanzada y Teoría Cuántica de Campos. Física de Semiconductores y Electrónica constituyen también un buen complemento de los aspectos instrumentales.

## COMPETENCIAS

### 1105 - Grado en Física

- Poseer y comprender los fundamentos de la Física en sus aspectos teóricos y experimentales, así como el bagaje matemático necesario para su formulación.
- Saber aplicar los conocimientos adquiridos a la actividad profesional, saber resolver problemas y elaborar y defender argumentos, apoyándose en dichos conocimientos.
- Desarrollo de habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un elevado grado de autonomía.



- Resolución de problemas: Ser capaz de evaluar claramente los órdenes de magnitud, de desarrollar una percepción de las situaciones que son físicamente diferentes pero que muestran analogías, permitiendo, por lo tanto, el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.
- Modelización y resolución de problemas: Ser capaz de identificar los elementos esenciales de un proceso/situación y de establecer un modelo de trabajo del mismo. Ser capaz de realizar las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir un problema hasta un nivel manejable. Pensamiento crítico para construir modelos físicos.
- Cultura General en Física: Haberse familiarizado con las áreas más importantes de la Física y con enfoques que abarcan y relacionan diferentes áreas de la Física, así como relaciones de la Física con otras ciencias.
- Investigación básica y aplicada: 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, por ejemplo la ingeniería; habilidad para diseñar procedimientos experimentales y/o teóricos para: (i) resolver los problemas corrientes en la investigación académica o industrial; (ii) mejorar los resultados existentes
- Búsqueda de bibliografía: 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.
- Destrezas Generales y Específicas de Lenguas extranjeras: Mejorar el dominio del inglés científico-técnico mediante la lectura y acceso a la bibliografía fundamental de la materia.
- Ser capaz de proseguir con el estudio de otras materias de la física gracias al bagaje adquirido en el contexto de esta materia.
- Comunicación oral y escrita: Ser capaz de transmitir información, ideas, problemas y soluciones mediante la argumentación y el razonamiento propios de la actividad científica, utilizando los conceptos y herramientas básicas de la física.
- Comprensión teórica de fenómenos físicos: tener una buena comprensión de las teorías y modelos más importantes (estructura lógica y matemática, apoyo experimental, fenómenos físicos descritos), en Estructura de la Materia.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Conocer cuáles son los constituyentes últimos de la materia así como las características de sus interacciones y las leyes de conservación asociadas.
- Entender la constitución del núcleo atómico y sus propiedades básicas: energías de ligadura, tamaños y formas, modos de desintegración, propiedades electromagnéticas, etc.
- Conocer algunas de las principales aplicaciones científicas, médicas, energéticas, industriales, medio ambiente, etc. de la disciplina.
- Adquirir una perspectiva histórica del desarrollo de la disciplina desde finales del siglo XIX, como instrumento para que el alumno conozca cómo el método científico funciona y da lugar a nuevos conocimientos a partir de la compleja relación entre teoría, experimento y tecnología.
- Conocer algunos de los dispositivos y técnicas experimentales de la Física Nuclear y de Partículas que han permitido (y permiten) acumular toda la información necesaria para identificar, caracterizar, modelizar, etc.



- Iniciación al manejo de detectores básicos de radiación ionizante, fuentes radiactivas encapsuladas y aplicación de normas básicas de protección radiológica.
- Desarrollo de la capacidad de trabajo sistemático y ordenado de laboratorio, de elaboración de informes científicos, y de defensa oral de los mismos.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

### 1. Teoría

1. Objetivos, limitaciones y métodos de la Física Nuclear y de Partículas.
2. Fuentes de radiación: aceleradores de partículas, rayos cósmicos y fuentes radiactivas.
3. Interacción de la radiación con la materia.
4. Generalidades de los detectores de partículas.
5. Interacciones, cinemática, espacio de fases. Procesos de desintegración. Desintegración alfa, beta y gamma. Observables.
6. La interacción nucleón-nucleón. Espín, isospín y paridad. Hadrones: bariones, mesones y resonancias.
7. Tamaños, formas y momentos nucleares.
8. Energías de enlace nucleares. Fórmula semiempírica de masas. Estabilidad nuclear.
9. Modelos nucleares: de capas y colectivos. Desintegración alfa. Fisión.
10. Fenomenología de partículas: interacciones, clasificación, leyes de conservación y estructura. Extrañeza. Modelo quark de hadrones.
11. Simetrías: P, C, CP, T, CPT. Oscilaciones de sabor. Isospín.
12. Electrodinámica cuántica. Diagramas de Feynman.
13. Interacciones débiles. Modelo de Fermi. Ruptura de P e interacción V-A. Mezcla de Cabibbo.
14. Modelo electrodébil estándar. Mecanismos GIM y KM. Ruptura de CP. Mecanismo de Higgs.
15. Interacciones fuertes. Cromodinámica cuántica.
16. Neutrinos.
17. Astrofísica Nuclear y de Partículas. El Universo primitivo.
18. Aplicaciones de la Física Nuclear y de Partículas a la medicina, la energía y otros campos.

### 2. Laboratorio

1. Introducción a los detectores de partículas del laboratorio y al tratamiento de datos.
2. Experimento 1: curva plateau y estadística de recuento con un detector Geiger-Müller, espectro beta y plot de Kurie usando un espectrómetro magnético, tiempo de resolución.
3. Experimento 2: espectroscopia gamma con un detector de NaI(Tl), estudio de la dispersión de fotones, atenuación de fotones en plomo, vida media de un estado nuclear.
4. Experimento 3: observación directa de partículas con una cámara de niebla de difusión, concentración de radón atmosférico, desintegración en vuelo de muones cósmicos.

**VOLUMEN DE TRABAJO**

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	60,00	100
Prácticas en laboratorio	15,00	100
Elaboración de trabajos individuales	47,50	0
Preparación de actividades de evaluación	20,00	0
Preparación de clases de teoría	30,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	15,00	0
<b>TOTAL</b>	<b>187,50</b>	

**METODOLOGÍA DOCENTE**

La asignatura tiene tres partes con una metodología bien diferenciada:

**Clases de teoría.** Serán tres clases semanales durante el período lectivo, en general de carácter magistral y en ellas se expondrán los contenidos de la asignatura. Se hará especial hincapié en la comprensión del contenido físico del concepto (más que en su formalismo), la conexión de los conceptos introducidos con otros previos (sean de la misma u otras asignaturas), así como con sus implicaciones sobre experimentos y/o modelos teóricos y en sus aplicaciones prácticas. En la medida de lo posible, el profesor intentará fomentar la participación de los alumnos, bien a través de preguntas directas o retóricas, tanto conceptuales como prácticas, que los alumnos deben evaluar por sí mismos y contestar de modo abierto y “sin miedo” en la clase. Se evitarán demostraciones formales largas, y en aquellas que se realicen se indicarán los pasos principales para que el alumno sea capaz de reproducirlas como parte de su trabajo individual. El uso de presentaciones electrónicas es especialmente apropiado para buena parte de las exposiciones, dado su elevado contenido de gráficos presentando resultados experimentales y/o comparaciones con la teoría, diagramas, esquemas, tablas, fotografías de dispositivos experimentales y aplicaciones prácticas, y todo tipo de material visual que permita al alumno relacionar los contenidos con sus aplicaciones. Estas presentaciones pueden ser utilizadas como apuntes del profesor, pero de ninguna manera el trabajo individual del alumno debe restringirse a ellas. El uso de la bibliografía resulta fundamental para comprender los contenidos y alcanzar los objetivos de la asignatura. El profesor ofrecerá este material a los alumnos a través de la plataforma de Aula Virtual con antelación al inicio de cada tema.

**Clases prácticas.** En la clase práctica semanal se resolverán problemas de cada tema de la asignatura. El profesor entregará previamente una colección de problemas de cada capítulo, bien directamente o a través de la plataforma de Aula Virtual. Los problemas planteados en la colección serán de dos tipos: a) problemas resueltos en clase, que en general serán problemas de referencia (tipo), y que se resolverán en la clase práctica por el profesor en la pizarra y/o por los alumnos de forma participativa; b) problemas propuestos, que serán resueltos por los estudiantes como parte de su trabajo individual y de evaluación. Estos problemas no necesariamente serán de mayor complejidad que los resueltos en clase y en general serán del mismo tipo que estos últimos, con el objetivo de que el alumno afiance sus conocimientos prácticos. Con esta estructura se pretende que las clases prácticas sirvan como ilustración de técnicas y procedimientos presentados en las clases teóricas, y constituir un adiestramiento profesional, planteando problemas tipo y problemas que, en la medida de lo posible, hagan referencia a situaciones prácticas lo



más reales posible. Finalmente, con el fin de adecuar el desarrollo de las clases de problemas a las de teoría y evitar desfases temporales (los problemas sólo se harán cuando el correspondiente tema de teoría haya sido concluido, o se haya discutido un mínimo de contenidos), habrá semanas en las que las cuatro horas presenciales se dedicarán a clases de teoría, y otras en las que habrá más de una clase práctica.

**Clases de laboratorio.** El laboratorio es la mejor herramienta docente para complementar los contenidos de la asignatura discutidos en las clases teórico-prácticas. Las clases de laboratorio van orientadas a ilustrar los contenidos de las clases teórico-prácticas, familiarizar a los alumnos con equipos y técnicas de medida, instruir en el método científico, enseñar y potenciar la capacidad de análisis de los datos experimentales, y de síntesis, interpretación y evaluación crítica de los mismos. Estas clases constarán de 5 sesiones de 3 horas cada una. La asistencia a estas sesiones es obligatoria y condición necesaria para superar la asignatura. Los guiones de prácticas serán proporcionados a los estudiantes antes del inicio de las mismas a través de la plataforma de Aula Virtual, con el fin de que el alumno acuda al laboratorio habiendo leído atentamente el guión de la práctica que tendrá que realizar en esa sesión. Las prácticas se realizarán por grupos de dos alumnos. Al principio de la sesión, el profesor supervisará la comprensión de dicho guión y orientará a las parejas sobre aquellos aspectos conceptuales o técnicos necesarios para realizar correctamente el montaje y adquisición de datos. Cada alumno deberá tener un cuaderno de laboratorio (electrónico o libreta) en la que deberán reflejarse los aspectos más relevantes (datos, cálculos, observaciones, etc.) de la ejecución de la práctica.

## EVALUACIÓN

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 valorará 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 la interacción estudiante-profesor/a. Asimismo, se valorará la asistencia y participación activa en clase como elemento fundamental de dicha interacción.
- 3) Evaluación del laboratorio: se realizará una evaluación continua basada en el seguimiento presencial del estudiante y los informes de las prácticas realizadas en los que se reflejarán los aspectos fundamentales del experimento realizado, el análisis de los datos y una breve discusión crítica de los resultados.

El peso de cada uno de los apartados anteriores será de 60, 15 y 25 sobre 100, respectivamente. Para poder compensar entre los diferentes apartados y superar la asignatura será necesario obtener una nota mínima de 4 sobre 10 en los apartados 1) y 3). El mismo criterio se aplicará para compensar la parte teórico-conceptual y de resolución de problemas del apartado 1).



## REFERENCIAS

### Básicas

- A. Ferrer, Física Nuclear y de Partículas, PUV, 2015 (3a ed).
- E. M. Henley, A. García, Subatomic Physics, World Scientific, 2007 (3rd ed). Solutions manual, 2008 (3rd ed).
- K. S. Krane, Introductory Nuclear Physics, Wiley, 1987.
- A. Bettini, Introduction to Elementary Particle Physics, Cambridge University Press, 2014 (2nd ed) & 2008 (1st ed).

### Complementarias

- W.S.C. Williams, Nuclear and Particle Physics, Oxford University Press, 1991. Solutions Manual for Nuclear and Particle Physics, 1994.
- D. Griffiths, Introduction to Elementary Particles, Wiley, 2008 (2nd ed), 1987 (1st ed).
- J. Lilley, Nuclear Physics. Principles and Applications, John Wiley & Sons, 2001.
- B. R. Martin, G. Shaw, Particle Physics, Wiley, 2017 (4th ed).
- W.M. Gibson, B.R. Pollard, Symmetry principles in elementary particle physics, Cambridge University Press, 1976.
- Y. Lim, Problems and solutions on Atomic, Nuclear and Particle Physics, World Scientific, 2007.
- G.F. Knoll, Radiation detection and measurements, Wiley, 2010 (4th ed).

## ADENDA COVID-19

**Esta adenda solo se activará si la situación sanitaria lo requiere y previo acuerdo del Consejo de Gobierno**

**METODOLOGÍA DOCENTE:** El modelo de docencia híbrida implantado y el porcentaje de presencialidad será el que determine la CAT del título en función de los recursos materiales disponibles y de las condiciones y normas sanitarias existentes.

**CONTENIDOS:** No se prevén cambios respecto a los contenidos de la GD.

**EVALUACIÓN:** Se aumentará el peso de la evaluación continua siguiendo los criterios descritos a la GD, basados en la valoración de trabajos y problemas propuestos a los estudiantes así como su seguimiento y la interacción estudiando-profesor/a.