



Asignatura: Física Nuclear y de Partículas Elementales
Código: 16414
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Física
Nivel: Grado
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

ASIGNATURA / COURSE TITLE

FÍSICA NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS ELEMENTALES/NUCLEAR AND ELEMENTARY PARTICLE PHYSICS

1.1 Código / Course number

16414

1.2 Materia / Content area

Física Nuclear y de Partículas Elementales/ Nuclear and Elementary Particle Physics

1.3 Tipo / Course type

Formación obligatoria / Compulsory subject

1.4 Nivel / Course level

Grado / Bachelor (first cycle)

1.5 Curso / Year

4º / 4th

1.6 Semestre / Semester

1º / 1st (Fall semester)

1.7 Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / In addition to Spanish, English is also extensively used in teaching material

1.8 Requisitos previos / Prerequisites

Se recomienda poseer buenos conocimientos de física y matemáticas, en particular de física cuántica básica, a nivel del tercer curso de Grado en Física/Good knowledge of physics and mathematics, in particular of basic quantum physics, at the level of 3rd year of the Physics Degree.



Asignatura: Física Nuclear y de Partículas Elementales
Código: 16414
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Física
Nivel: Grado
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

1.9 Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

- . La asistencia a las clases magistrales no es obligatoria, pero es muy recomendable.
- .. La asistencia a las clases prácticas no es obligatoria, pero es muy recomendable.

- . [Attendance to lectures is not mandatory, but it is highly advisable](#)
- .. [Attendance to practices is not mandatory, but it is highly advisable](#)

1.10 Datos del equipo docente / **Faculty data**

Docente(s) / [Lecturer\(s\)](#) José Luis Egido de los Ríos (**Coordinador**)
Departamento de Física Teórica/ [Department of Theoretical Physics](#)
Facultad de Ciencias/ [Faculty of Science](#)
Despacho 602 - Módulo 15 / [Office 602 - Module 15](#)
Teléfono / [Phone](#): +34 91 497 4892
Correo electrónico/[Email](#): j.luis.egido@uam.es
Página web/[Website](#):
Horario de atención al alumnado: cita previa /[Office hours: upon appointment](#)

Docente(s) / [Lecturer\(s\)](#) María Belen Gavela Legazpi
Departamento de Física Teórica/ [Department of Theoretical Physics](#)
Facultad de Ciencias/ [Faculty of Science](#)
Despacho 605- Módulo 15 / [Office 605 - Module 15](#)
Teléfono / [Phone](#): +34 91 497 4885 (2999845)
Correo electrónico/[Email](#): belen.gavela@uam.es
Página web/[Website](#):
Horario de atención al alumnado: Lunes, martes y miércoles a las 16:30 h y con cita previa via correo electrónico /[Office hours: Monday, Tuesday and Wednesday at 4:30 p.m. and upon appointment via e-mail](#)



Asignatura: Física Nuclear y de Partículas Elementales
Código: 16414
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Física
Nivel: Grado
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

1.11 Objetivos del curso / **Course objectives**

El objetivo general de esta asignatura es el estudio del mundo subatómico, los núcleos y las partículas elementales. En particular se estudian las propiedades de las partículas y de los núcleos así como sus interacciones con una breve excursión sobre la evolución estelar y la síntesis de los elementos.

Los temas tratados se complementarán con ejercicios de aplicación directa del formalismo teórico, así como con problemas más elaborados que intentará resolver el alumno, los cuales se resolverán posteriormente en clases prácticas.

Competencias específicas / **Specific competences**

Conceptuales / **Knowledge**

- Conocimiento de los principales experimentos que conducen al entendimiento de las leyes del mundo subatómico.
- Conocimiento básico de las interacciones débil y fuerte.
- Conocimiento básico de la estructura de los núcleos.
- Conocimiento básico de las partículas elementales.
- Conocimiento básico de las aplicaciones de la Física Nuclear a la producción de energía, medicina y datación.
- Conocimiento básico de la evolución estelar y la síntesis de los elementos

Prácticas / **Skills**

- Destreza en la resolución de problemas de estructura nuclear, en particular, factores Q de reacciones, desintegraciones, estados excitados, transiciones, etc.
- Destreza en la interpretación y manejo de reacciones y desintegraciones de partículas elementales.

1.12. Contenidos del programa / **Course contents**



Asignatura: Física Nuclear y de Partículas Elementales
Código: 16414
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Física
Nivel: Grado
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

I.- Conceptos básicos.

Constituyentes de la materia. Interacciones fundamentales. Relatividad y antipartículas: Introducción a las ecuaciones de Dirac y Weyl. Simetrías y leyes de conservación. Rango de una fuerza. El potencial de Yukawa. Secciones eficaces y desintegraciones. Diagramas de Feynman.

II.-Propiedades generales de los núcleos.

Masas nucleares. Formas y tamaños. Espín y paridad. El modelo de la gota líquida. Fórmula semi-empírica de masas. La energía de ligadura y el factor Q . El modelo del gas de Fermi. Estados excitados mono-particulares.

III.- La estructura del núcleo atómico.

Números mágicos. El modelo de capas. Apareamiento. Momentos magnéticos y cuadripolares. Deformación nuclear. El modelo colectivo: Vibraciones y dinámica de la gota líquida. Rotaciones y el momento de inercia.

IV.-Inestabilidad nuclear y desintegraciones radioactivas.

Leyes de la desintegración. Fenomenología de la desintegración β . La desintegración α . Desintegraciones electromagnéticas. La fisión nuclear. Reacciones nucleares.

V.- Estructura del mundo subatómico.

Teoría de la dispersión. Sección eficaz de Rutherford y de Mott. Factor de forma. Formas geométricas de los núcleos. La densidad nuclear. Dispersión elástica de electrones por núcleos. Factor de forma de los nucleones. Radios de carga de piones y kaones. Estados excitados del nucleón.

VI.- Fenomenología de la interacción fuerte y partículas elementales.

Dispersión profundamente inelástica. Funciones de estructura y evidencia de componentes puntuales del núcleo. La estructura de quarks de los hadrones. La interacción quark-gluón. Partones: quarks y gluones.

VII.- Producción de partículas en colisiones e^+e^- .

Producción de leptones. Resonancias hadrónicas. Producción no-resonante de hadrones.

VIII.- Sistemas sub-nucleares compuestos.

Quarkonia y el potencial quark-antiquark. Mesones: Multipletes, masas, y desintegraciones. Bariones: Multipletes, momentos magnéticos, desintegraciones y masas.

IX.- La interacción nuclear.

Dispersión nucleón-nucleón. El deuterón. El origen de la interacción nuclear.



Asignatura: Física Nuclear y de Partículas Elementales
Código: 16414
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Física
Nivel: Grado
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

X.- Fenomenología de la interacción débil.

Clasificación de las desintegraciones débiles. El ángulo de Cabibbo y la matriz CKM. Oscilaciones de neutrinos. Violación de la paridad. La unificación electro-débil.

XI.- Fenomenología de partículas.

Perspectiva general sobre el Modelo Estándar de Física de Partículas de las interacciones fuertes, electromagnéticas y débiles. Leptones y quarks. Mediadores elementales de las fuerzas fuerte, electromagnética y débil y origen de la masas: gluones, fotones, W^+ , W^- , Z y mecanismo de Higgs.

XII.- Aplicaciones de la física nuclear.

Se estudiarán algunas de las aplicaciones siguientes: Fisión inducida y reacciones en cadena. Reactores de fisión. Reacciones de fusión. Fusión estelar. Reactores de fusión. Aplicaciones biomédicas. Obtención de imágenes mediante la radiación ionizante. Resonancias magnéticas. Técnicas de datación nuclear.

XIII.- Temas avanzados.

Se estudiarán nociones de algunos de los temas siguientes: a) Termodinámica nuclear y el plasma quark-gluón. b) Evolución estelar y la síntesis de los elementos. c) Materia oscura. d) Expansión acelerada del universo y escalares elementales.

1.13. Referencias de consulta / **Course bibliography**

Particles and Nuclei. 4th Edition, 2004
B. Povh, K. Rith, C. Scholz and F. Zetsche
Springer-Verlag

Nuclear and Particle Physics. 2th Edition, 2009
B.R. Martin
John Wiley and Sons, Ltd, Publication.

Introduction to High Energy Physics. 4th Edition, 2000
D.H. Perkins
Cambridge University Press



Asignatura: Física Nuclear y de Partículas Elementales
Código: 16414
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Física
Nivel: Grado
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

Introductory Nuclear Physics. 1988
K. S. Krane.
John Wiley and Sons, Ltd, Publication.

2 Métodos docentes / Teaching methodology

- Clases teóricas.
- Clases de problemas. Los ejercicios habrán sido previamente propuestos a los alumnos para su resolución.
- Tutorías individuales o colectivas.
- Pruebas de evaluación (exámenes)

3 Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

| | | Nº de horas | Porcentaje |
|---|--|--------------------------------|----------------|
| Presencial | Clases teóricas | 40 h (27%) | 50% = 75 horas |
| | Clases prácticas | 20 h (13%) | |
| | Realización de exámenes | 6 h (4%) | |
| | Tutorías | 9 h (6%) | |
| No presencial | Estudio semanal, resolución de problemas y preparación de exámenes | 75h (50%) (5 h.x15 semanas) | 50% = 75 horas |
| Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS | | 150 h | |

4 Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

La calificación final se obtendrá de la realización de exámenes (70%) y la evaluación de actividades complementarias (30%) como por ejemplo realización de problemas, su resolución ante la clase, presentaciones.

Los alumnos que no se presenten al examen final serán calificados como “no evaluados”.

Para la convocatoria extraordinaria se guardará la calificación de las actividades complementarias.



Asignatura: Física Nuclear y de Partículas Elementales
Código: 16414
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Física
Nivel: Grado
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

5 Cronograma* / Course calendar

| Semana Week | Contenido Contents | Horas presenciales Contact hours | Horas no presenciales Independent study time |
|----------------|-----------------------|-------------------------------------|---|
| 1-4 | Temas I, II y III | 16 | 20 |
| 5-8 | Temas IV, V, VI y VII | 16 | 20 |
| 9-12 | Temas VIII, IX y X | 16 | 20 |
| 13-15 | Temas XI, XII y XIII | 12 | 15 |

*Este cronograma tiene carácter orientativo