FICHA IDENTIFICATIVA

Datos de la Asignatura

Código	43301
Nombre	Física nuclear experimental
Ciclo	Máster
Créditos ECTS	6.0
Curso académico	2024 - 2025

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
2150 - Máster Universitario en Física Avanzada	Facultad de Física	1	Primer cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Carácter
2150 - Máster Universitario en Física Avanzada	4 - Física nuclear y de partículas	Optativa

Coordinación

Nombre	Departamento
DIAZ MEDINA, JOSE	180 - Física Atómica, Molecular y Nuclear
YAHLALI HADDOU, NADIA	180 - Física Atómica, Molecular y Nuclear

RESUMEN

La asignatura de Física Nuclear Experimental se centra en el estado actual de la Física Nuclear Experimental y las instalaciones donde se desarrolla, y sus aplicaciones a diversos campos de la ciencia. En particular se presentan los distintos tipos de aceleradores con instalaciones representativas de cada uno de ellos; Una introducción a reacciones nucleares donde se discuten los conceptos más relevantes, la medida de secciones eficaces y las principales fuentes de error experimentales. Los conceptos se presentan de forma que son directamente aplicables a otros campos como por ejemplo Física de Partículas, Astrofísica, Física Atómica, Física Molecular e Ingeniería Nuclear. Se presentan a continuación algunas de las aplicaciones más representativas de investigación actual: producción de núcleos exóticos y superpesados, reacciones relativistas y ultrarelativistas y producción del plasma de gluones y quarks, Astrofísica Nuclear y nucleosíntesis, aplicaciones al estudio de materiales y análisis elemental (RBS, PIXE, activación neutrónica, datación), aplicaciones a la Medicina (Radioterapia y terapia de hadrones). En la asignatura se realizará una práctica de laboratorio con fuentes radiactivas e instrumentación nuclear que familiarice al estudiante con las técnicas utilizadas en Física Nuclear.

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

COMPETENCIAS (RD 1393/2007) // RESULTADOS DEL APRENDIZAJE (RD 822/2021)

2150 - Máster Universitario en Física Avanzada

- Saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- Ser capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Saber comunicar sus conclusiones (y los conocimientos y razones últimas que las sustentan) a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
- Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- Ser capaz de gestionar información de distintas fuentes bibliográficas especializadas utilizando principalmente bases de datos y publicaciones internacionales en lengua inglesa.
- Saber organizarse para planificar y desarrollar el trabajo dentro de un equipo con eficacia y eficiencia.
- Ostentar la preparación para tomar decisiones correctas en la elección de tareas y en su ordenación temporal en su labor investigadora y/o profesional.
- Poseer la capacidad para el desarrollo de una aptitud crítica ante el aprendizaje que le lleve a plantearse nuevos problemas desde perspectivas no convencionales.
- Estar en disposición para seguir los estudios de doctorado y la realización de un proyecto de tesis doctoral.

- Comprender de una forma sistemática el campo de estudio de la Física y el dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo.
- Concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con seriedad académica.
- Realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas en el área de la Física.
- Analizar una situación compleja extrayendo cuales son las cantidades físicas relevantes y ser capaz de reducirla a un modelo parametrizado.
- Evaluar la validez de un modelo o teoría propuesto por otros miembros de la comunidad científica.
- Saber modelizar matemáticamente los problemas físicos sencillos nuevos, conectados con problemas conocidos. Ser capaz de expresar en términos matemáticos nuevas ideas.
- Elaborar una memoria clara y concisa de los resultados de su trabajo y de las conclusiones obtenidas en el área de la Física.
- Exponer y defender públicamente el desarrollo, resultados y conclusiones de su trabajo en el área de la Física.
- Comprensión teórica de los aspectos básicos de la Física Nuclear y de Partículas en lo que concierne a la estructura nuclear de la materia y los constituyentes básicos descritos por el Modelo Estándar de Física de partículas.
- Adquirir una visión global del panorama de la Física Nuclear, Física de Partículas y Astropartículas a partir de los experimentos actuales y futuros. Conocer el tipo de estudios que realizan y sus objetivos. Familiarizarse con los aceleradores y detectores presentes y los grandes laboratorios e instalaciones a nivel mundial en Física Nuclear y de Partículas.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RD 1393/2007) // SIN CONTENIDO (RD 822/2021)

Al finalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje el estudiante habrá aprendido a:

1. Conocer la motivación de las principals instalaciones de aceleradores y subterráneas y sus características, así como las principals líneas de investigación que se desarrollan en ellas.

2. Presentar la sección eficaz como la magnitud principal de la Física microscópica. Conocer las bases de medida de secciones eficaces y las principals fuentes de error experimentales en diversos campos de la Física: Física Nuclear, Física de Partículas, Física Atómica y Molecular, Astrofísica Nuclear. Evaluar la calidad de los datos de un experimento

3. Conocer las motivaciones físicas, los retos técnicos y el contexto histórico de algunos de los experimentos pasados, presentes y futuros clave en el desarrollo de la Física Nuclear y de Partículas, como elemento fundamental de la formación investigadora del alumno/a.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Instalaciones de aceleradores y subterráneas

-Descripción básica de un experimento de reacciones nucleares
-Secciones eficaces y magnitudes relacionadas
-Aceleradores Tandem van de Graaf
-Ciclotrones
-Sincrotrones
-Microtrones
-Colisionadores
-Instalaciones de neutrones
- Instalaciones subterráneas y experimentos de búsqueda de eventos raros

2. Reacciones nucleares a bajas energías

-Tipos de reacciones nucleares a bajas energías
-Cinemática de reacciones nucleares
-Secciones eficaces clásicas y semiclásicas
-Desarrollo en ondas parciales. La sección eficaz cuántica
-Teorema óptico. Reacciones inversas. Partículas idénticas
-Dispersión elástica
-Alto espín. Líneas Yrast. Núcleos superdeformados
-Fusión de núcleos pesados a bajas energías.
-Desintegración del núcleo compuesto

3. Producción de núcleos exóticos y superpesados.

-Núcleos exóticos: Núcleos halo, líneas de goteo, núcleos ricos en protones y neutrones, nuevos núcleos mágicos
-Métodos experimentales de producción de núcleos exóticos: ISOL e IN-FLIGHT
-Experimentos de producción de núcleos en las cercanías de las líneas de goteo. Trampas de iones. Principales instalaciones: ISOLDE, SPIRAL, GSI-FRS
-Producción de núcleos transuránicos. La isla de estabilidad. Principales experimentos de producción de núcleos superpesados. Los nuevos elementos.

4. Reacciones nucleares a energías relativistas y ultrarelativistas

-Magnitudes fundamentales en colisiones relativistas y ultrarelativistas de iones pesados
-Transiciones de fase en materia nuclear.
-El plasma de gluones y quarks
-Experimentos de producción del plasma de gluones y quarks

5. Física nuclear en astrofísica

-La teoría del Big Bang y el Universo temprano
-Nucleosíntesis primordial
-Nucleosíntesis estelar: elementos ligeros
-Nucleosíntesis estelar: elementos pesados
-Cosmocronología

6. Física nuclear en Medicina

-Radioterapia.
-Curvas de supervivencia
-Terapia con hadrones
-Síntesis de radioisótopos

7. Energía Nuclear

-Secciones eficaces de neutrones. Fisión y absorción. Reacción nuclear en cadena y criticalidad.
-Reactores nucleares de fisión
-Fusión termonuclear. Secciones eficaces.
-Reactores nucleares de fusión. El proyecto ITER.

8. Técnicas nucleares de análisis

-Retrodispersión de Rutherford: Análisis elemental de superficies
-Emisión de rayos X inducida por protons e iones pesados
-Activación neutrónica
-Análisis de reacciones nucleares
-Imagen mediante métodos nucleares

9. Prácticas de Laboratorio

Se ofrecen las prácticas de laboratorio que se describen a continuación y que se realizarán en paralelo en cuatro sesiones de tres horas. Según el número de estudiantes se realizarán en grupo o individualmente:

-Desintegración alfa nuclear: pérdida de partículas alfa en materiales (cobre, níquel, oro y aire). Estudio del poder de frenado, curva alcance-energía, distribución de Landau, convolución con la respuesta del detector. Determinación de la sección eficaz de Rutherford usando un blanco de oro.

-Desintegración beta nuclear: estudio de espectros de desintegración beta y conversión interna de varias fuentes (Bi-207, Cs-137, Sr-90, Pm-147, Cl-37), función respuesta del detector de silicio de barrera superficial, desconvolución de los espectros, Plot de Kurie.

- Coincidencia gamma-gamma con una fuente de Na22 o de Co60: estudio de la técnica de coincidencia con detectores de ioduro de sodio y una fuente emisora de dos gammas. Estudio de la correlación angular de las gammas.

-Espectroscopia de Rayos X: estudio de espectros de emisión de rayos X de varios materiales e identificación de la composición elemental de muestras, verificación de la ley de Moseley.

-Estudio y calibración de un multidetector de microstrips - práctica ALIBAVA

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	30,00	100
Prácticas en laboratorio	12,00	100
Otras actividades	4,00	100
Seminarios	3,00	100
Preparación de clases de teoría	40,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	61,00	0
TOTAL	**150,00**	

METODOLOGÍA DOCENTE

MD1 - Clases teóricas con lección magistral participativa.

MD2 – Resolución de problemas.

MD3- Experimentos en laboratorio.

MD6.- Visita a instalaciones científicas externas y empresas.

EVALUACIÓN

SE1- Evaluación contínua: 30%

SE2- Examen escrito con preguntas teóricas y problemas: 40%

SE3- Prácticas de laboratorio: 30%

REFERENCIAS

Básicas

- G. R. Satchler. Introduction to Nuclear Reactions. MacMillan, 1982.
- C. E . Rolfs, W. S. Rodney. Couldrons in the Cosmos. Chicago university Press, 1988.
- Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments. William R. Leo. Ed. Springer Verlag, 1994.
- Apuntes de la asignatura
- Krane. Introductory Nuclear Physics. Wiley, 1988.

Complementarias

- H. Feshbach. Nuclear Reactions. John Wiley, 1992
- L. Csernai. Relativistic Heavy-ion collision.. John Wiley, 1994.
- Glenn F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, John Wiley & Sons. New York, 3ª Edición, 1999.
- R. Vogt, Ultrarelativistic Heavy-ion Collisions, Elsevier, 2007