

**FICHA IDENTIFICATIVA****DATOS DE LA ASIGNATURA****Código:** 43302**Nombre:** Técnicas experimentales en física nuclear y de partículas**Ciclo:** Máster Universitario Oficial**Créditos ECTS:** 6**Curso académico:** 2026-27**TITULACIONES**

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

MATERIAS

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

COORDINACIÓN

YAHLALI HADDOU NADIA

GONZALEZ DE LA HOZ SANTIAGO

ZUÑIGA ROMAN JUAN

RESUMEN

La asignatura Técnicas Experimentales de Física Nuclear y de Partículas incluye una primera parte donde se estudian las técnicas de detección de partículas utilizadas en los experimentos de Física Nuclear y de Altas Energías como calorimetría, detectores de radiación Cherenkov, detectores semiconductores, etc. así como técnicas de reconstrucción de sucesos y trazas de partículas. La segunda parte está dedicada a las técnicas de análisis y tratamiento de datos experimentales que incluye el estudio de distribuciones de probabilidad, propagación de errores, teorema del límite central, ajustes de datos experimentales, determinación de parámetros, test de hipótesis, introducción a las técnicas de Monte Carlo y sus aplicaciones. La asignatura está complementada por 1.5 ECTS de laboratorio donde el estudiante realizará una práctica utilizando detectores de partículas y donde tendrá que utilizar los conocimientos adquiridos en las sesiones de teoría.

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 / RESULTADOS DE APRENDIZAJE

2150 - Máster Universitario en Física Avanzada

Analizar una situación compleja extrayendo cuales son las cantidades físicas relevantes y ser capaz de reducirla a un modelo parametrizado.

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.

Conocer los procesos más importantes de la interacción de la radiación con la materia, las técnicas de detección de la radiación, el funcionamiento de los detectores y la instrumentación utilizada actualmente en los experimentos de Física Nuclear y de Partículas.

Elaborar una memoria clara y concisa de los resultados de su trabajo y de las conclusiones obtenidas en el área de la Física.

Estar en disposición para seguir los estudios de doctorado y la realización de un proyecto de tesis doctoral.

Evaluar la validez de un modelo o teoría propuesto por otros miembros de la comunidad científica.

Exponer y defender públicamente el desarrollo, resultados y conclusiones de su trabajo en el área de la Física.

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.

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.

Que los/las estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

Que los/las estudiantes sean 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.



Que los/las estudiantes sepan 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.

Que los/las estudiantes sepan 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.

Realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas en el área de la Física.

Saber interpretar los datos experimentales u obtenidos mediante simulaciones y efectuar los análisis pertinentes mediante técnicas estadísticas para la obtención de los resultados finales y las magnitudes físicas que se pretende medir en el ámbito de la Física Nuclear y de Partículas.

Saber modelizar matemáticamente los problemas físicos sencillos nuevos, conectados con problemas conocidos. Ser capaz de expresar en términos matemáticos nuevas ideas.

Saber organizarse para planificar y desarrollar el trabajo dentro de un equipo con eficacia y eficiencia.

Ser capaz de gestionar información de distintas fuentes bibliográficas especializadas utilizando principalmente bases de datos y publicaciones internacionales en lengua inglesa.

Utilizar con soltura aplicaciones y equipos informáticos para el tratamiento, simulación y análisis de datos experimentales en Física Nuclear y de Partículas.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Detectores en Física de Altas energías. Calorimetría.

Mecanismos de detección. Definición e interés. Clasificación y diferencias fundamentales. Mecanismos básicos. Cascada electromagnética. Modelo de Rossi-Heitler. Cascada hadrónica. Señal/Potencia. Compensación. Resolución energética. Efectos instrumentales.

2. Detectores Cherenkov

Introducción. Técnicas de detección. Contadores Cherenkov. Detectores RICH.

3. Detectores de semiconductores

Introducción. Características básicas. Semiconductores dopados. La unión pn: formación de la región de



desertificación. Características de los semiconductores como detectores. Estructuras diodo para la construcción de detectores de silicio. Detectores de posición.

4. Analisis de datos. Conceptos preliminares

Definición de probabilidad. Variables aleatorias. Cálculo de probabilidades. Teorema de Bayes.

5. Propiedades generales de las distribuciones de probabilidad.

La función densidad de probabilidad. La función acumulativa. Propiedades de las funciones densidad de probabilidad. La función característica. Distribuciones de más de una variable.

6. Propagación de errores

Funciones lineales de varias variables. Cambio de variable. Generalización a varias funciones. Notación matricial.

7. Distribuciones de probabilidad

Distribución binomial. Distribución de Poisson. Distribución uniforme. Distribución exponencial. Distribución de Gauss. Distribuciones binormal y multinormal. Distribuciones de muestreo: La distribución de χ^2 -cuadrado, la distribución t de Student, la distribución F.

8. Leyes de los grandes números. Teorema del Límite Central

Muestreo. Inferencia muestral. Leyes de los grandes números. Desigualdad de Chebysev. Teorema del Límite Central. Significado. Generado de números aleatorios gaussianos.

9. Métodos de Monte Carlo

Introducción y definición. Generadores de números aleatorios. Métodos congruentes. Otros Métodos. Muestreo de distribuciones. Método de la transformación inversa. Técnicas de muestreo por rechazo. Composición de variables aleatorias. Muestreo de distribuciones discretas. Distribución de Poisson.

10. Estimación de parámetros

Introducción. Propiedades de los estimadores. Límite de mínima varianza. Desigualdad de Raó-Cramer.



11. El método de máxima verosimilitud (ML)

Principio de máxima verosimilitud. Propiedades de los estimadores ML. Propiedades asintóticas. Cambio de variables. Varianza de los estimadores ML. Método de máxima verosimilitud extendido.

12. El método de mínimos cuadrados (LS)

Definición. Modelos lineales en los parámetros. Ejemplos. Modelos no lineales. Ajustes por mínimos cuadrados. Bondad de los ajustes. Mínimos cuadrados con datos clasificados.

13. Intervalos de confianza

Introducción. Cinturones e intervalos de confianza. Intervalos de confianza gaussianos. Intervalos de confianza poissonianos. Intervalos de confianza usando la función de verosimilitud. Intervalos de confianza multidimensionales. Límites.

14. Tests estadísticos

Introducción. Conceptos básicos y propiedades. Test de hipótesis. Bondad de ajustes. Test chi-cuadrado. Test the Kolmogorov Smirnov. Otros tests.

15. Laboratorio de técnicas experimentales

Los estudiantes harán una de las prácticas de laboratorio que se describen a continuación. Según el número de estudiantes se realizarán en parejas o individualmente.

- Estudio de la radiación cósmica y medida de la vida media del muón: Dependencia angular del flujo de rayos cósmicos. Componentes dura y blanda de la radiación. Medidas temporales: determinación de la vida media del muón.

-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 yoduro de sodio y una fuente emisora de dos gammas. Estudio de la correlación angular de las gammas.

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

**VOLUMEN DE TRABAJO (HORAS)****ACTIVIDADES PRESENCIALES**

Actividad	Horas
Teoría	30,00
Seminario	3,00
Otras actividades	4,00
Total horas	37,00

ACTIVIDADES NO PRESENCIALES

Actividad	Horas
Asistencia a otras actividades	0,00
Elaboración de trabajos individuales o en grupo	20,00
Estudio y trabajo autónomo	21,00
Preparación de clases	30,00
Preparación de actividades de evaluación	30,00
Resolución de casos prácticos	0,00
Total horas	101,00

METODOLOGÍA DOCENTE

MD1 - Clases teóricas lección magistral participativa.

MD2 - Prácticas de laboratorio

MD3 - Resolución de problemas.

MD4 - Problemas

MD5 - Seminarios.

MD6 - Visita a instalaciones científicas externas y empresas.

EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura está basada en:

- (A) Exámenes escritos sobre las clases de teoría y prácticas: basados en los resultados del aprendizaje y en los objetivos específicos de la asignatura (40 %).
- (B) Evaluación continua del estudiante en las clases de teoría y prácticas: asistencia participativa,



realización de ejercicios en el aula, presentación de problemas planteados (40 %).

- (C) Evaluación de las actividades de las sesiones de laboratorio: asistencia, manipulación de instrumentación y equipos, organización del trabajo, comprensión y empleo de los guiones de prácticas, realización de cálculos, análisis de resultados, trabajo en equipo, memorias y/o informes de las prácticas entregados (20 %).

Para compensar la evaluación continua (B), el estudiante habrá de obtener una nota mínima superior a 3,5 en (A).

Este sistema de evaluación se aplicará tanto a la primera como a la segunda convocatoria.

BIBLIOGRAFÍA

- W.R.Leo. Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments. Springer-Verlag, 1987, Segunda edición 1994.
- Radiation Detection and Measurement. Glenn F. Knoll. Ed. John Wiley & Sons. New York, 3ª Edición. 1999.
- R. Wigmans. Calorimetry. Energy Measurements in Particle Physics. Oxford University Press. ISBN=0 19 850296 6
- J.V.Jelly, Cerenkov Radiation and Its Applications (Pergamon: London, 1958).
- A.G. Frodesen, O. Skjeggestad. Probability and Statistics in Particle Physics. Universitetsforlaget 1979.
- G. Cowan, Statistical Data Analysis, Oxford University Press
- R.J. Barlow, Statistics: A guide to the use of Statistical Methods in the Physical Sciences. John Wiley & sons
- Louis Lyons, Statistics for nuclear and particle physics. Cambridge University Press
- F. James, Statistics methods for experimental physics. World Scientific
- U. Amaldi. Fluctuations in calorimetry measurements. CERN-EP-/80-212



- C. Fabjan. Detector for elementary particle physics. CERN-EP/94-61
- T. Ypsilantis and J. Seguinot, Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. 142 (1977) 377
- D. Treille, The physics potencial of the RICH, Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res A(1996) 178
- C.J.S Damarell. Vertex Detectors: The state of the art and Future prospects. RAL-P-95-008 (Preprint).
- S. Brandt, Data Analysis: Statistical and Computational Methods for Scientists and Engineers, Springer 1999
- R.Y. Rubinstein. Simulation and the Monte Carlo Method. Ed. John Wiley and Sons Inc., Nueva York 1981
- W.T. Eadie. Statistical Methods in Experimental Physics North-Holland P.C.
- Cosmic Rays and Particle Physics. T.K. Gaisser. Cambridge University Press. Cambridge. 1990.