



FICHA IDENTIFICATIVA

Datos de la Asignatura

Código	43302
Nombre	Técnicas experimentales en física nuclear y de partículas
Ciclo	Máster
Créditos ECTS	6.0
Curso académico	2023 - 2024

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
2150 - M.U. en Física Avanzada 12-V.2	Facultad de Física	1	Primer cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Caracter
2150 - M.U. en Física Avanzada 12-V.2	4 - Física nuclear y de partículas	Optativa

Coordinación

Nombre	Departamento
GONZALEZ DE LA HOZ, SANTIAGO	180 - Física Atómica, Molecular y Nuclear
YAHLALI HADDOU, NADIA	180 - Física Atómica, Molecular y Nuclear
ZUÑIGA ROMAN, JUAN	180 - Física Atómica, Molecular y Nuclear

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

2150 - M.U. en Física Avanzada 12-V.2

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

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

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

1. Conocer los procesos, técnicas, detectores e instrumentos de medida en el campo de la Física Nuclear y Física de Partículas.
2. Aprender a plantear, simular y llevar a cabo un experimento.
3. Aprender a manejar paquetes de programas capaces de simular experimentos de gran magnitud.
4. Interpretar los resultados obtenidos mediante simulaciones y efectuar los análisis pertinentes para la obtención de los resultados finales y las magnitudes físicas que se pretende obtener.
5. Ajustar distribuciones estadísticas y de probabilidad a los datos experimentales y simulados. Extraer magnitudes físicas de los parámetros obtenidos en los ajustes. Aplicar criterios sobre la bondad de los datos y ajustes obtenidos.
6. Utilizar con soltura aplicaciones y equipos informáticos para el tratamiento y análisis de los datos, así como para la presentación de los resultados y memorias.



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 gaussiano.

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

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 lección magistral participativa.

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).

REFERENCIAS

Básicas

- 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. Skjeggstad. 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

Complementarias

- 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 potential 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-Hollad P.C.
- Cosmic Rays and Particle Physics. T.K. Gaisser. Cambridge University Press. Cambridge. 1990.