VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Guía Docente

43300 Física de partículas experimental

FICHA IDENTIFICATIVA

DATOS DE LA ASIGNATURA

Código: 43300
Nombre: Física de partículas experimental
Ciclo: Máster Universitario Oficial
Créditos ECTS: 6
Curso académico: 2025-26

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

FIORINI - LUCA

MORENO LLACER MARIA

ZORNOZA GOMEZ JUAN DE DIOS

RESUMEN

La asignatura de **Física de Partículas Experimental** presenta una visión experimental y fenomenológica de la Física actual de Partículas elementales. Resume la fenomenología de partículas y sus interacciones, los principales problemas y retos actuales, realizando una descripción de los métodos de investigación e instrumentos utilizados en la actualidad para abordarlos (aceleradores de partículas, detectores, rayos cósmicos). Se explica el Modelo Estándar de las partículas elementales, y los principales experimentos que han permitido establecer, verificar y determinar con precisión sus parámetros fundamentales. Se explicará el descubrimiento del bosón de Higgs y su implicación en este modelo, así como posibles signaturas experimentales de modelos alternativos. Se discute la física del sector de quarks (sabor), algunos aspectos fenomenológicos de la interacción débil, la matriz CKM y la violación de CP. Se aborda la física de neutrinos, lo que incluye el estudio de las oscilaciones y otras propiedades como la masa, su naturaleza Dirac/Majorana, la violación CP en el sector leptónico, etc. Se hará una revisión del estado de la física de astropartículas (radiación gamma, neutrinos y rayos cósmicos). También se tratará el tema de la materia oscura, describiendo las pruebas experimentales de su existencia y los métodos experimentales para su detección. En todos los casos se hace referencia y describen los principales experimentos asociados. La asignatura cuenta además con varios seminarios de expertos externos sobre temas específicos y sesiones de análisis de datos reales de un experimento del LHC.

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

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.

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.

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.

Concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con seriedad académica.

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. Introducción a la física experimental en aceleradores.

Generalidades sobre aceleradores de partículas. Energía y luminosidad. Aceleradores lineales y circulares. Colisionadores: El LHC. Detectores de partículas en aceleradores.

2. El Modelo Estándar de Partículas y sus Interacciones

Constituyentes elementales de la materia. Del electrón al Higgs. Clasificación de partículas. Las cuatro interacciones fundamentales. Simetrías y leyes de conservación. Interacciones débiles. Colisionadores e+e- (LEP). Tests de precisión del Modelo Estándar. Medida de las propiedades de los bosones W y Z.

3. El Modelo Estándar: Física de sabor.

Interacción de los quarks en el Modelo Estándar. La matriz CKM. Desintegración de mesones neutros. Violación CP en mesones K y B. Experimentos a la energía de la Upsilon(4S) (BELLE y BABAR) y en colisionadores pp (LHC).

4. El Modelo Estándar: QCD y física hadrónica

Colisionadores hadrónicos: LHC, TeVatron, HERA. Isospín y modelo de quarks. Interacciones hadrónicas a alta energía. Jets: definición y propiedades. Medidas de Parton Distribution Functions (PDF), Underlying Event y Pile-up. Medidas experimentales de los parámetros hadrónicos.
Física del quark top: descubrimiento, medida de masa y propiedades.

5. El Modelo Estándar: Ruptura espontánea de simetría y bosón de Higgs.

Simetría electro-débil: propiedades y problemas. Mecanismo de la ruptura espontánea de simetría. Características del bosón de Higgs. Búsqueda del bosón de Higgs y su descubrimiento. Medidas de masa y propiedades. Perspectivas para el futuro.

6. Búsquedas de Nueva Física más allá del Modelo Estándar

Limites del Modelo Estándar y posibles soluciones: Supersimetría, Dimensiones Extras. Que se sabe del sector del Higgs y posibles extensiones: dobletes adicionales y modelos compuestos. Resultados experimentales en la búsqueda de nuevos fenómenos físicos y materia oscura con colisionadores.

7. Neutrinos

Detección de neutrinos. Oscilaciones de neutrinos. Neutrinos solares.Neutrinos atmosféricos. Neutrinos en reactores. Neutrinos en aceleradores. Masa de los neutrinos. Neutrinos Majorana vs neutrinos Dirac.

8. Materia oscura

Evidencia de la existencia de materia oscura. Candidatos. Búsquedas directas. Búsquedas indirectas. Búsquedas en aceleradores.

9. Astropartículas

Experimentos de astropartículas. Origen de los rayos cósmicos. Mecanismos hadrónicos vs mecanismos leptónicos. Detección de rayos cósmicos. Detección de rayos gamma. Neutrinos cósmicos

VOLUMEN DE TRABAJO (HORAS)

ACTIVIDADES PRESENCIALES

Actividad	Horas
Teoría	40,00
Seminario	4,00
Otras actividades	7,00
Total horas	**51,00**

ACTIVIDADES NO PRESENCIALES

Actividad	Horas
Asistencia a otras actividades	0,00
Elaboración de trabajos individuales o en grupo	29,00
Estudio y trabajo autónomo	0,00
Preparación de clases	35,00
Preparación de actividades de evaluación	0,00
Resolución de casos prácticos	35,00
Total horas	**99,00**

METODOLOGÍA DOCENTE

MD1 - Clases teóricas lección magistral participativa.

MD2 - Resolución de problemas.

MD3 - Problemas

MD4 - Seminarios.

MD5 - Visita a instalaciones científicas externas y empresas.

MD6 - Estudios sencillos de datos reales de experimentos de física de partículas.

/p>

EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura está basada en:

- Exámenes escritos sobre las clases de teoría y prácticas: basados en los resultados del aprendizaje y en los objetivos específicos de cada asignatura (desde el 25 hasta el 40%).

- Evaluación continua del estudiante en las clases de teoría y prácticas: asistencia participativa y realización de ejercicios en el aula. Cuestiones a resolver, problemas (desde el 10% hasta el 25%).

- Presentación oral y exposición de trabajos en el aula sobre los contenidos del curso (50%).

Para superar la asignatura se ha de superar el 5 en la media ponderada según los porcentajes indicados arriba y se ha de obtener un mínimo de 5 sobre 10 en la parte del examen escrito.

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

BIBLIOGRAFÍA

- Antonio Ferrer y Eduardo Ros; Física de Partículas y Astropartículas Universitat de València, 2005.
- D.H. Perkins; Introduction to High Energy Physics Addison-Wesley, 1987.
- D. Griffiths; Introduction to Elementary Particles Wiley, New York, 1987.
- A. Bettini; Introduction to Elementary Particle Physics Cambridge University Press, 2008.
- Mark Thomson; Modern Particle Physics, Cambridge University Press, 2013.
- W.R. Leo; Techniques for nuclear and particle physics experiments Springer-Verlag, Berlin, 1987.
- W.S.C.Williams; Nuclear and Particle Physics Oxford Science Publications,NY, 1992.
- B. Povh, K. Rith, C. Scholz, F. Zetsche; Particles and Nuclei Springer-Verlag Berlin , 1995.
- Sylvie Braibant, Giorgio Giacomelli, Maurizio Spurio; Particles and Fundamental Interactions, An Introduction to Particle Physics, Springer 2012
- V. Barger, D. Mafartia, K Whisnat; The Physics of Neutrino, Princeton University Press, 2012
- C. Grupen, Astroparticle Physics. Ed. Springer, 2005.
- P.A. Zyla et al. (Particle Data Group), Prog. Theor. Exp. Phys. 2020, 083C01 (2020). https://pdg.lbl.gov/ Book 2018: [https://journals.aps.org/prd/abstract/10.1103/PhysRevD.98.030001]

Booklet 2022: [https://pdg.lbl.gov/2024/download/db2022.pdf]

- R. Ellis, W. Stirling, B. Webber: QCD and Collider Physics
- V. Berger, R. Phillips: Collider Physics
- S. Guinon, H. Haber, G. Kane, S. Dawson: the Higgs Hunter Guide
- M. Sozzi: Discrete Symmetries and CP violation
- G. Cowan: Statistical Data Analysis
- F. James: Statistical Methods in Experimental Physics
- G. Bertone, Particle Dark Matter. Observations, models and searches, Cambridge University Press 2010
- M. Spurio, Probes of Multimessenger astrophysics, Springer 2018
- E. Gardi, N. Glover, A. Robson (Editors), LHC Phenomenology, Springer 2015
- G. Barr, R. Devenish, R. Walczak, T. Weidberg, Particle Physics in the LHC Era, Oxford University Press, 2016
- The state of the art of neutrino physics, Editor: A. Ereditato, Ed. World Scientific Press 2018.