FITXA IDENTIFICATIVA

DADES DE L'ASSIGNATURA

Codi: 43300
Nom: Física de partícules experimental
Cicle: Màster Universitari Oficial
Crèdits ECTS: 6
Curs acadèmic: 2025-26

TITULACIONS

Titulació	Centre	Curs	Periode
2150 - Màster Universitari en Física Avançada	Facultat de Física	1	Primer quadrimestre

MATÈRIES

Titulació	Matèria	Caràcter
2150 - Màster Universitari en Física Avançada	Física nuclear i de partícules	OPTATIVA

COORDINACIÓ

FIORINI - LUCA

MORENO LLACER MARIA

ZORNOZA GOMEZ JUAN DE DIOS

RESUM

L'assignatura de **Física de Partícules Experimental** ofereix una visió experimental i fenomenològica del estat actual de la Física de Partícules elementals. Resumeix la fenomenologia de partícules i les seves interaccions, els principals problemes i reptes actuals, realitzant una descripció dels mètodes d'investigació i instruments utilitzats en l'actualitat per a abordar-los (acceleradors de partícules, detectors, llamps còsmics). S'explica el Model Estàndard de les partícules elementals, i els principals experiments que han permès establir, verificar i determinar amb precisió els seus paràmetres fonamentals. S'explicarà el descobriment del bosó d'Higgs i la seua implicació en aquest model, així com possibles signaturas experimentals de models alternatius. Es discuteix la física del sector de quarks (sabor), alguns aspectes fenomenológicos de la interacció feble, la matriu CKM i la violació de CP. S'aborda la física de neutrinos, estudiant les oscilacions, la masa, la natura Dirac/Majorana, etc. Se revisarà l'estat de la física d'astropartículas (radiació gamma, neutrinos i rajos còsmics). En tots els casos es fa referència i descriuen els principals experiments associats. També es tractarè el tema de la matèria fosca, revisant les proves de la seva existència i els experiments per à detectar-la. L'assignatura conta a més amb diversos seminaris d'experts externs sobre temes específics i sessions de anàlisis de dades reals d'un experiment del LHC.

CONEIXEMENTS PREVIS

RELACIÓ AMB ALTRES ASSIGNATURES DE LA MATEIXA TITULACIÓ

No s'ha especificat restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

ALTRES TIPUS DE REQUISITS

COMPETÈNCIES / RESULTATS D' APRENENTATGE

2150 - Màster Universitari en Física Avançada

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.

Analitzar una situació complexa extraient quals són les quantitats físiques rellevants i ser capaç de reduir-la a un model parametritzat.

Avaluar la validesa d'un model o teoria proposat per altres membres de la comunitat científica.

Comprendre d'una forma sistemàtica el camp d'estudi de la Física i el domini de les habilitats i mètodes d'investigació relacionats amb el dit camp.

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.

Concebre, dissenyar, posar en pràctica i adoptar un procés substancial d'investigació amb serietat acadèmica.

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

Exposar i defendre públicament el desenrotllament, resultats i conclusions del seu treball en l'àrea 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.

Posseir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i / o aplicació d'idees, sovint en un context de recerca.

Que els estudiants posseïsquen les habilitats d'aprenentatge que els permeten continuar estudiant d'una

forma que haurà de ser en gran manera autodirigida o autònoma.

Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seua capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seua àrea d'estudi.

Que els estudiants sàpiguen comunicar les conclusions (i els coneixements i les raons últimes que les sustenten) a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.

Que els estudiants siguen capaços d'integrar coneixements i afrontar la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, sent incompleta o limitada, incloga reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.

Realitzar una anàlisi crítica, avaluació i síntesi d'idees noves i complexes en l'àrea 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 matemàticament els problemes físics senzills nous, connectats amb problemes coneguts. Ser capaç d'expressar en termes matemàtics noves idees.

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.

DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

1. Introducció a la física experimental en acceleradors

Generalitats sobre acceleradors de partícules. Energia i lluminositat. Acceleradors lineals i circulars. Colisionadores: El LHC. Detectors de partícules en acceleradors.

2. El Model Estàndard de Partícules i les seues Interaccions

Constituents elementals de la matèria. De l'electró a l'Higgs. Classificació de partícules. Les quatre interaccions fonamentals. Simetries i lleis de conservació.
Interaccions febles. Colisionadores e+e- (LEP). Tests de precisió del Model Estàndard. Mesura de les propietats dels bosones W i Z.

3. El Model Estàndard: Física de sabor.

Interacció dels quarks en el Model Estàndard. La matriu CKM. Desintegració de mesons neutres. Violació CP a fondes K i B. Experiments a l'energia de la Upsilon(4S) (BELLE i BABAR) i en col·lisionadors pp (LHC).

4. El Model Estàndard: QCD i física hadrònica

Col·lisionadors hadrònics: LHC, TeVatron, HERA. Isospí i model de quarks. Interaccions hadròniques d'alta energia. Jets: definició i propietats. Mesures de Parton Distribution Functions (PDF), Underlying Event i Pile-up. Mesures experimentals dels paràmetres hadrònics.
Física del quark top: descobriment, mesura de massa i propietats.

5. El Model Estàndard: ruptura espontània de simetria i bosó de Higgs.

Simetria electrodèbil: propietats i problemes. Mecanisme de ruptura espontània de simetria. Característiques del bosó de Higgs. Recerca del bosó de Higgs i seu descobriment. Mesures de massa i propietats. Perspectives futures.

6. Recerca de Nova Física mes enllà del Model Estàndard

Limites del Model Estàndard i possibles solucions: Supersimetria, Dimensions Extra. Que es coneix del sector del Higgs i possibles extensions: doblets addicionals i models compostos. Resultats experimentals en la recerca de nous fenòmens físics i materia fosca amb colisionadors.

7. Neutrinos

Detecció de neutrinos. Oscil·lacions de neutrinos. Neutrinos solars.Neutrinos atmosfèrics. Neutrinos en reactors. Neutrinos en acceleradors. Massa dels neutrinos. Neutrinos Majorana vs neutrinos Dirac.

8. Matèria fosca

Evidència de l'existència de materia fosca. Candidats. Recerques directes. Recerques indirectes. Recerques en acceleradors.

9. Astropartículas

Experiments d'astropartículas. Origen dels rajos còsmics. Mecanismes hadrónicos vs mecanismes leptónicos. Detecció de rajos còsmics. Detecció de rajos gamma. Neutrinos còsmics

VOLUM DE TREBALL (HORES)

ACTIVITATS PRESENCIALS

Activitat	Hores
Teoria	40,00
Seminari	4,00
Altres activitats	7,00
Total hores	**51,00**

ACTIVITATS NO PRESENCIALS

Activitat	Hores
Assistència a altres activitats	0,00
Elaboració de treballs individuals o en grup	29,00
Estudi i treball autònom	0,00
Preparació de classes	35,00
Preparació d'activitats d'avaluació	0,00
Resolució de casos pràctics	35,00
Total hores	**99,00**

METODOLOGIA DOCENT

MD1 - Classes teòriques lliçó magistral participativa.

MD2 - Resolució de problemes.

MD3 - Problemes

MD4 - Seminaris.

MD5 - Visita a instal·lacions científiques externes i empreses.

MD6 - Estudi senzill de dades reals d'experiments de física de particules.

AVALUACIÓ

L'avaluació de l'asignatura está basada en:

- Exàmens escrits sobre les classes de teoria i pràctiques: basats en els resultats de l'aprenentatge i en els objectius específics de cada assignatura (des del 25% fins al 40%).

- Avaluació contínua de l'estudiant en les classes de teoria i pràctiques: assistència participativa i realització d'exercicis en l'aula. Cuestions a resoldre, problemes. (des del 10% fins al 25%)

- Presentació oral i exposició de treballs en l'aula sobre els continguts del curs (50%).

Per à superar l'asignatura s'ha de superar el 5 en la mitjana ponderada según els percentatges indicats amunt i s'ha de obtindre un mínim de 5 sobre 10 en la part del exàmen escrit.

Aquest sistema d'avaluació s'aplica tant a la primera com a la segona convocatòria.

BIBLIOGRAFIA

- 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.