



FITXA IDENTIFICATIVA

Dades de l'Assignatura

Codi	43300
Nom	Física de partícules experimental
Cicle	Màster
Crèdits ECTS	6.0
Curs acadèmic	2023 - 2024

Titulació/titulacions

Titulació	Centre	Curs	Període
2150 - M.U. Física Avançada 12-V.2	Facultat de Física	1	Primer quadrimestre

Matèries

Titulació	Matèria	Caràcter
2150 - M.U. Física Avançada 12-V.2	4 - Física nuclear i de partícules	Optativa

Coordinació

Nom	Departament
FIORINI, LUCA	180 - Física Atòmica, Molecular i Nuclear
ZORNOZA GOMEZ, JUAN DE DIOS	180 - Física Atòmica, Molecular i Nuclear

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 seva implicació en aquest model, així com possibles signatures experimentals de models alternatius. Es discuteix la física del sector de quarks (sabor), alguns aspectes fenomenològics de la interacció feble, la matriu CKM i la violació de CP. S'aborda la física de neutrinos, estudiant les oscil·lacions, la massa, la natura Dirac/Majorana, etc. Se revisarà l'estat de la física d'astropartícules (radiació gamma, neutrinos i rajos còsmics). En tots els casos es fa referència i descriuen els principals experiments associats. També es tractarà el tema de la matèria fosca, revisant les proves de la seva existència i els experiments per a 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 heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

Altres tipus de requisits

COMPETÈNCIES

2150 - M.U. Física Avançada 12-V.2

- 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 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.
- 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 posseïsquen les habilitats d'aprenentatge que els permeten continuar estudiant d'una forma que haurà de ser en gran manera autodirigida o autònoma.
- 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.
- Ser capaç de gestionar informació de distintes fonts bibliogràfiques especialitzades utilitzant principalment bases de dades i publicacions internacionals en llengua anglesa.
- Saber organitzar-se per a planificar i desenvolupar el treball dins d'un equip amb eficàcia i eficiència.
- Ostentar la preparació per a prendre decisions correctes en l'elecció de tasques i en la seua ordenació temporal en la seua labor investigadora i/o professional."
- Posseir la capacitat per al desenvolupament d'una aptitud crítica davant de l'aprenentatge que li porte a plantejar-se nous problemes des de perspectives no convencionals.
- Estar en disposició per a seguir els estudis de doctorat i la realització d'un projecte de tesi doctoral.
- 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.
- Concebre, dissenyar, posar en pràctica i adoptar un procés substancial d'investigació amb serietat acadèmica.
- Realitzar una anàlisi crítica, avaluació i síntesi d'idees noves i complexes en l'àrea de la Física.
- 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.
- Saber modelitzar matemàticament els problemes físics senzills nous, connectats amb problemes coneguts. Ser capaç d'expressar en termes matemàtics noves idees.
- Exposar i defensar públicament el desenvolupament, resultats i conclusions del seu treball en l'àrea de la Física.
- Comprensió teòrica dels aspectes bàsics de la Física Nuclear i de Partícules en el que concernix a l'estructura nuclear de la matèria i els constituents bàsics descrits pel Model Estàndard de Física de partícules.
- Adquirir una visió global del panorama de la Física Nuclear, Física de Partícules i Astropartícules a partir dels experiments actuals i futurs. Conèixer el tipus d'estudis que realitzen i els seus objectius. Familiaritzar-se amb els acceleradors i detectors presents i els grans laboratoris i instal·lacions a nivell mundial en Física Nuclear i de Partícules.
- Utilitzar amb soltesa aplicacions i equips informàtics per al tractament, simulació i anàlisi de dades experimentals en Física Nuclear i de Partícules.
- Saber interpretar les dades experimentals o obtinguts per mitjà de simulacions i efectuar les anàlisis pertinents per mitjà de tècniques estadístiques per a l'obtenció dels resultats finals i les magnituds físiques que es pretén mesurar en l'àmbit de la Física Nuclear i de Partícules.

RESULTATS DE L'APRENTATGE

Al finalitzar el procés d'ensenyament-aprenentatge l'estudiant haurà après a:

- 1- Conèixer els diferents aspectes tant teòrics com tecnològics i metodològics i la seva estreta relació, per al desenvolupament científic de la Física Nuclear i de Partícules així com de les seves aplicacions.
- 2- Conèixer les motivacions físiques, els reptes tècnics i el context històric d'alguns dels experiments passats, presents i futurs clau en el desenvolupament de la Física Nuclear i de Partícules, com element fonamental de la formació investigadora de l'alumnat.

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 seves Interaccions

Constituents elementals de la matèria. De l'electró a l'Higgs. Classificació de partícules. Les quatre interaccions fonamentals. Simetries i lleis de conservació.

La constant de Fermi. Colisionadores e+e-: LEP i SLC. Tests de precisió del Model Estàndard. Mesura de les propietats dels bosons W i Z.

3. El Model Estàndard: Física de sabor.

Interacció dels quarks en el Model Estàndard. La matriu CKM. Oscil·lacions de fonses B. Violació de CP. Experiments a l'energia de la Upsilon(4S): BELLE i BABAR. Experiments en colisionadores pp: LHCb.

4. El Model Estàndard: QCD i física hadrònica

Col·lisionadors hadrònics: LHC, Tevatron, HERA. Model de quarks. Interaccions hadròniques d'alta energia. Jets: definició i aplicacions. 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

Limits 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 matèria 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 matèria fosca. Candidats. Recerques directes. Recerques indirectes. Recerques en acceleradors.

**9. Astropartícules**

Experiments d'astropartícules. Origen dels rajos còsmics. Mecanismes hadrònics vs mecanismes leptònics. Detecció de rajos còsmics. Detecció de rajos gamma. Neutrinos còsmics

VOLUM DE TREBALL

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	40,00	100
Altres activitats	7,00	100
Seminaris	4,00	100
Elaboració de treballs en grup	14,00	0
Elaboració de treballs individuals	15,00	0
Preparació de classes de teoria	35,00	0
Preparació de classes pràctiques i de problemes	35,00	0
TOTAL	150,00	

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 partícules.

AVALUACIÓ

L'avaluació de l'assignatura està 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 a superar l'assignatura s'ha de superar el 5 en la mitjana ponderada segon els percentatges indicats amunt i s'ha de obtenir un mínim de 5 sobre 10 en la part del examen escrit.

REFERÈNCIES

Bàsiques

- 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.
- W.E. Burcham and M. Jobes; Nuclear and Particle Physics Longman Scientific & Technical, Londres, 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
- M. Spurio, Probes of Multimessenger astrophysics, Springer 2018
- E. Gardi, N. Glover, A. Robson (Editors), LHC Phenomenology, Springer 2015

Complementàries

- 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.
- 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 2018: [<http://pdg.lbl.gov/2020/download/db2018r.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

