



FITXA IDENTIFICATIVA

Dades de l'Assignatura

Codi	43294
Nom	Interaccions electro-febles
Cicle	Màster
Crèdits ECTS	6.0
Curs acadèmic	2022 - 2023

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	2 - Interaccions fonamentals	Optativa

Coordinació

Nom	Departament
BOTELLA OLCINA, FRANCISCO JOSE	185 - Física Teòrica
TORTOLA BAIXAULI, M. AMPARO	185 - Física Teòrica

RESUM

En l'assignatura **Interaccions electro-febles** l'alumne o alumna coneixerà la fenomenologia de les interaccions febles. Utilitzarà el principi de simetria gauge local per a generar la interacció electromagnètica i electro-feble. Estudiarà la implementació del trencament espontaneu de simetria com mètode de generació de masses. S'estudiarà el paper del bosó de Higgs, la fenomenologia del sabor i la matriu de Cabibbo, Kobayashi i Maskawa, la no conservació de la simetria CP i la física del neutrí. S'abordarà la Física més enllà del model estàndard i que podem esperar en el colisionador de partícules 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.
- Elaborar una memòria clara i concisa dels resultats del seu treball i de les conclusions obtingudes en l'àrea de la Física.
- Exposar i defensar públicament el desenvolupament, resultats i conclusions del seu treball en l'àrea de la Física.
- Saber construir models d'acord amb el contingut en partícules i en simetries de la teoria. Analitzar i comprendre els límits de validesa de les teories físiques.
- Conèixer i saber utilitzar la invariància de gauge local com a punt de partida en la formulació de les interaccions fonamentals.
- Comprendre la teoria electrofeble. Comprendre com les interaccions poden unificar-se a partir de les càrregues responsables.

RESULTATS DE L'APRENTATGE

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

- 1- Seleccionar i utilitzar correctament diferents fonts d'informació tant en format tradicional com electrònic. Saber usar les bases d'arxius pròpies del camp: inspire, spires, arXiv.
- 2- Manejar i interpretar correctament dades físiques quantitatives i qualitatives per a convertir-los en informació útil per a la construcció o verificació de teories físiques.
- 3- Analitzar informació dels sistemes físics.
- 4- Preparar documents i informes presentats en un text escrit de forma comprensible organitzada, documentada i il·lustrada.
- 5- Articular un discurs oral, estructurat, coherent, amb bona dicció i ocupació de vocabulari tècnic.
- 6- Ser capaç d'argumentar i contra argumentar en el camp de la física teòrica.
- 7- Utilitzar el formalisme de la teoria quàntica de camps per a formalitzar matemàticament models físics.
- 8- Descriure els processos de col·lisió i de desintegració de partícules més enllà del nivell arbre. Ser capaç de predir quantitats físiques (seccions eficaces, vides mitges,...) de partícules a partir d'una teoria donada.
- 9- Formular una teoria de partícules relativista. Conèixer i saber utilitzar la invariància de gauge local com punt de partida en la formulació de les interaccions fonamentals.
- 10- Construir models d'acord amb el contingut en partícules i en simetries de la teoria. Analitzar i



comprendre els límits de validesa de les teories físiques, tenint un coneixement extens del Model Estàndard de la Física de Partícules.

11- Comprendre els elements fonamentals de la teoria electro-feble. Comprendre com les interaccions poden unificar-se a partir de les càrregues responsables. Comprendre el paper de la ruptura espontània de simetria en la generació de les masses de les partícules.

12- Comprendre les propietats fonamentals de la interacció forta (confinament, llibertat asintòtica i simetria quiral) i la seva relació amb la distància. Descriure l'estructura hadrònica.

DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

1. Tema 1

Fenomenologia de Interacciones Débiles. Reglas de selección leptónicas, semileptónicas y hadrónicas. Teoría V - A de corrientes cargadas.

2. Tema 2

Dificultades de la teoría de contacto: Límite de Unitariedad. Bosón Vectorial Mediador. Polarización longitudinal. Corrientes Neutras. Unificación con Electrodinámica.

3. Tema 3

Electrodinámica Cuántica. Principio de gauge local $U(1)$. Derivada Covariante. Masas del fotón y del electrón. Polarización del vacío. Momento magnético anómalo.

4. Tema 4

Teoría de Gauge No-abeliana. Autoacoplamientos. Teoría de Gauge $SU(2) \times U(1)$ para fermiones quirales. Acoplamientos de corrientes cargadas.

5. Tema 5

Corrientes Neutras con rotación electrodébil. Corriente electromagnética: carga eléctrica. Relaciones entre acoplamientos gauge. Corrientes neutras débiles. Relación operacional de corrientes del W y e.m. con la del Z.



6. Tema 6

Rotura Espontánea de la Simetría Gauge global. Modelo de Goldstone. Electrodinámica Escalar con Rotura espontánea de la Simetría Gauge Local. Masa del fotón.

7. Tema 7

Sector Escalar en la Teoría ElectroDébil $SU(2) \times U(1)$. Rotura Espontánea. Masas de W^+ y Z . Gauge Unitario. El Bosón de Higgs. Acoplamientos Higgs- Gauge. Autoacoplamientos del Higgs.

8. Tema 8

Acoplamientos Escalares-Fermiones. Rotura Espontánea. 1 2 Familias de Fermiones. Matrices de masas de fermiones. Diagonalización. Fermiones de masa definida. Acoplamiento Higgs-Fermiones.

9. Tema 9

La Corriente Cargada de Cabibbo. ¿Corriente neutra violando extrañeza? Necesidad del charm. Mecanismo de GIM. Corrientes Neutras conservan Sabor y son Universales. Corrientes Escalares conservan Sabor y no son Universales. Corrientes Cargadas violan Sabor.

10. Tema 10

Fenomenología del sabor. Matriz CKM. Violacion de CP. El sistema de kaones neutros.

11. Tema 11

Números Cuánticos del Neutrino Dextrógiro. Neutrinos de Majorana prohibidos en la Teoría Estándar. Masas y Mezclas de Neutrinos. Oscilaciones de Neutrinos.

**12. Tema 12**

El Lagrangiano de la Teoría Estándar. Reglas de Feynman.

13. Tema 13

Física más allá del Modelo Estandar. Gran Unificación.
Supersimetría.
¿Que nos espera en el LHC?

VOLUM DE TREBALL

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	40,00	100
Seminaris	3,00	100
Altres activitats	3,00	100
Elaboració de treballs en grup	10,00	0
Elaboració de treballs individuals	11,00	0
Preparació de classes de teoria	43,00	0
Preparació de classes pràctiques i de problemes	40,00	0
TOTAL	150,00	

METODOLOGIA DOCENT

MD1 - Classes teòriques lliçó magistral participativa.

MD2 - Discussió d'articles (lectures).

MD3 – Resolució de problemes.

MD4 – Problemes

MD8 – Conferències d'experts

AVALUACIÓ

SE1 – Exàmens escrits sobre les classes de teoria i pràctiques: basats en els resultats de l'aprenentatge i en els objectius específics de cada assignatura (45%).

SE3 – Avaluació contínua de l'estudiant en les classes de teoria i pràctiques: assistència participativa i realització d'exercicis en l'aula (5%).



SE5 – Avaluació de les activitats no presencials relacionades amb les classes de teoria i pràctiques: memòries i/o informes de les pràctiques lliurats (45%).

SE7 – Presentació oral i exposició de treballs en l'aula (5%).

REFERÈNCIES

Bàsiques

- I. J. R. Aitchison & A. J. G. Hey, "Gauge Theories in Particle Physics" (2 Volume set), Taylor & Francis; 3 edition (January 1, 2004), ISBN-10: 0750309822
- J. Bernabeu & P. Pascual, "Electroweak Theory, GIFT, Sci. Info. Service (1981).
- G. Altarelli, The Standard Electroweak Theory and Beyond, Proceedings of the PSI Zuoz Summer School, "Zuoz 2000, Phenomenology of gauge interactions", arXiv:hep-ph/0011078.
- D. Bailin, "Weak Interactions", (Graduate student series in physics), Taylor & Francis; 2nd edition (June 1, 1982), ISBN-10: 0852745397.
- O. Nachtmann, "Elementary Particle Physics: Concepts and phenomena", Springer (August 1990), ISBN-10: 0387504966.
- A. Pich, The Standard Model of Electroweak Interactions", Lectures given at European School of High-Energy Physics, Aronsborg, Sweden, 18 Jun - 1 Jul 2006, " Aronsborg 2006, High-energy physics", arXiv:0705.4264 [hep-ph].
- C. Quigg, "Gauge Theories Of Strong, Weak, And Electromagnetic Interactions, (Advanced Book Classics), Westview Press (December 15, 1997) ISBN-10: 0201328321.