

**FITXA IDENTIFICATIVA****DADES DE L'ASSIGNATURA**

**Codi:** 43294  
**Nom:** Interaccions electro-febles  
**Cicle:** Màster Universitari Oficial  
**Crèdits ECTS:** 6  
**Curs acadèmic:** 2026-27

**TITULACIONS**

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

**MATÈRIES**

Titulació	Matèria	Caràcter
2150 - Màster Universitari en Física Avançada	Interaccions fonamentals	OPTATIVA

**COORDINACIÓ**

NEBOT GOMEZ MIGUEL RUBEN

**RESUM**

A l'assignatura Interaccions electrofebles estudiarem la fenomenologia de les interaccions febles partint de la teoria de contacte de Fermi. Abordarem les limitacions de la mateixa i la introducció de bosons vectorials mediadors. Introduïrem el principi de simetria gauge local, les conseqüències més rellevants, i com determina la forma de les interaccions. Analitzarem la ruptura espontània d'una simetria global i el teorema de Goldstone. Analitzarem el trencament d'una simetria local i la generació de masses dels bosons vectorials mediadors. Estudiarem la simetria electrofeble i el paper del doblet escalar de Higgs en el trencament i la generació de masses dels fermions. Abordarem diversos aspectes fenomenològics de la teoria electrofeble: desintegracions de bosons gauge W i Z, del quark top i del bosó de Higgs; producció de bosons gauge W i Z i del bosó de Higgs; la matriu de mescla de Cabibbo, Kobayashi i Maskawa, la física de sabor i violació de CP. Introduïrem aspectes de la física del neutrí: masses i oscil·lacions.

**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' APRENTATGE

### 2150 - Màster Universitari en Física Avançada

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 la teoria electro-dèbil. Comprendre como las interacciones pueden unificarse a partir de las cargas responsables.

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.

Conocer y saber utilizar la invariancia de gauge local como punto de partida en la formulación de las interacciones fundamentales.

Elaborar una memòria clara i concisa dels resultats del seu treball i de les conclusions obtingudes en l'àrea de la Física.

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

Exposar i defensar públicament el desenvolupament, resultats i conclusions del seu treball en l'àrea de la Física.

Ostentar la preparació 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 autòdrida 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 construir modelos de acuerdo con el contenido en partículas y en simetrías de la teoría. Analizar y comprender los límites de validez de las teorías físicas.

Saber modelitzar 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.

## DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

### 1. Fenomenologia de les interaccions febles

La interacció de contacte corrent-corrent de Fermi. Corrents carregats V-A. Violació de C i P. Processos leptònics, semi-leptònics i no-leptònics. Regles de selecció hadròniques.

### 2. Passos cap a la unificació electrofeble

Limitacions de la teoria de contacte V-A. Unitarietat. Bosons vectorials mediadors. Corrents neutres i unificació de les interaccions febles i electromagnètiques.

### 3. Invariància "gauge"

Electrodinàmica quàntica: invariància gauge U(1).

Simetries.

Invariància gauge no-abeliana.

Teoria gauge SU(2) x U(1) per a fermions quirals.

Acoblaments de corrents carregats.

Mescla electrofeble, corrents neutres i acoblaments.



## 4. Trencament de simetria

Trencament espontani de simetries globals: bosons de Goldstone.  
Trencament espontani de simetries locals: masses de bosons gauge.  
El sector escalar de la teoria gauge electrofeble  $SU(2) \times U(1)$ .  
Les masses dels bosons gauge W i Z. Gauge unitari.  
El bosó de Higgs. Acoblaments Higgs-bosó gauge. Autoacoblaments del Higgs.

## 5. Completant la teoria electrofeble

Acoblaments escalar-fermió (Yukawa).  
Estats fermiònics propis de massa. Acoblaments Higgs-fermió.  
Corrents carregats i neutres.  
Mescla de fermions. La matriu CKM.  
Propietats sota C, P i CP de les interaccions de fermions.  
Elecció de gauge i regles de Feynman.

## 6. Fenomenologia del Model Estàndard

Desintegracions de bosons gauge Z i W. Desintegracions del quark top. Desintegracions del bosó de Higgs.  
Producció de bosons gauge Z i W. Producció del bosó de Higgs.  
Sabor i violació de CP.  
Sistemes de mesons neutres, el descobriment de la violació de CP.  
El mecanisme GIM.  
Més mesons neutres.

## 7. Neutrins

Fermions de Dirac, Weyl, Majorana.  
Masses de neutrins.  
Oscil·lacions de neutrins.

## 8. Conceptes avançats

Anomalies.  
Física més enllà del Model Estàndard.

## VOLUM DE TREBALL (HORES)

### ACTIVITATS PRESENCIALS

Activitat	Hores
-----------	-------



Teoria	40,00
Seminari	3,00
Altres activitats	3,00
<b>Total hores</b>	<b>46,00</b>

## ACTIVITATS NO PRESENCIALS

Activitat	Hores
Assistència a altres activitats	0,00
Elaboració de treballs individuals o en grup	21,00
Estudi i treball autònom	0,00
Preparació de classes	43,00
Preparació d'activitats d'avaluació	0,00
Resolució de casos pràctics	40,00
<b>Total hores</b>	<b>104,00</b>

## METODOLOGIA DOCENT

Els continguts de l'assignatura s'abordaran principalment mitjançant sessions teòriques participatives (MD1), complementades per discussió d'articles (MD2) i sessions dedicades a la resolució de problemes (MD3 i MD4).

## AVALUACIÓ

L'avaluació tindrà tres components:

- Exàmens escrits sobre les classes de teoria i problemes, amb un pes del 45% de la nota final (SE1).
- Avaluació contínua de l'assistència participativa a les classes de teoria i problemes, amb un pes del 5% de la nota final (SE3).
- Avaluació de les activitats no presencials mitjançant el lliurament de qüestions i problemes resolts, amb un pes del 50% de la nota final (SE5).

Per superar l'assignatura la nota final ha de ser igual o superior a 5/10.

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

## BIBLIOGRAFIA

### BIBLIOGRAFIA

Bàsica

- Schwartz M.D., Quantum Field Theory and the Standard Model (Cambridge UP 2014).



- Langacker P., The Standard Model and Beyond, 2<sup>a</sup> edició (CRC 2017).
- Pich, A., The Standard Model of Electroweak Interactions, <https://arxiv.org/abs/1201.0537> .

#### Complementària

- Aitchison I.J.R., Hey A.J.G., Gauge Theories in Particle Physics, A Practical Introduction, Vol. 1 From Relativistic Quantum Mechanics to QED, 4<sup>a</sup> edició (CRC 2013).
- Aitchison I.J.R., Hey A.J.G., Gauge Theories in Particle Physics, A Practical Introduction, Vol. 2 Non-Abelian Gauge Theories QCD and The Electroweak Theory, 4<sup>a</sup> edició (CRC 2013).
- Bailin D., Love A., Introduction to Gauge Field Theory (CRC 1993-2021).
- Burgess C.P., Moore G.D., The Standard Model, a Primer (Cambridge UP 2007).
- Cheng T.P., Li L.F., Gauge Theory of elementary particle physics (Oxford UP 1988).
- Cheng T.P., Li L.F., Gauge Theory of Elementary Particle Physics, Problems and Solutions (Oxford UP 2000).
- Goldberg D., The Standard Model in a Nutshell (Princeton UP 2017).
- Greiner W., Muller B., Gauge theory of weak interactions, 3<sup>a</sup> edición (Springer 2000).
- Gross F., Relativistic Quantum Mechanics and Field Theory (Wiley VCH 2004).
- Iliopoulos J., Tomaras T.N., Elementary Particle Physics, The Standard Theory (Oxford UP 2021).
- Maiani L., Electroweak interactions (CRC 2016).
- Paschos E.A., Electroweak theory (Cambridge UP 2007).
- Peskin M.E., Schroeder D.V., An introduction to quantum field theory (Perseus 1995).
- Weinberg S., The Quantum Theory of Fields I, Foundations (Cambridge UP 1995).
- Weinberg S., The Quantum Theory of Fields II, Modern Applications (Cambridge UP 1996).
- Quevedo, F., Schachner A., Cambridge Lectures on The Standard Model, <https://arxiv.org/abs/2409.09211>



---

- Tong D., The Standard Model, <https://www.damtp.cam.ac.uk/user/tong/sm/standardmodel.pdf> .

- Romao J.C., Silva J.P., A resource for signs and Feynman diagrams of the Standard Model, Int.J.Mod. Phys.A 27 (2012) 1230025, <https://arxiv.org/abs/1209.6213> .