FITXA IDENTIFICATIVA

DADES DE L'ASSIGNATURA

Codi: 43293
Nom: Teoria quàntica de camps II
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	Interaccions fonamentals	OPTATIVA

COORDINACIÓ

NAVARRO SALAS JOSE

RESUM

En aquesta assignatura els alumnes aprofundiran en aspectes avancats de la Teoria Quàntica de Camps. El curs cobreix els següents temes generals: i) QFT amb fonts externes i creació de partícules. ii) Regularització i renormalització en QFT. Grup de renormalització. iii) Mètodes d'integració funcional en QFT. Simetries, identitats de Ward i anomalies. iv) Divergències a 1-llac i renormalització de QED. v) Teories gauge no-abelianes.

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

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.

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 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 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 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.

DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

1. QFT and particle creation by external sources

Canonical quantization. Vacuum energy. Quantum fields under external conditions. Scalar and electromagnetic sources. Particle creation and the Schwinger effect. QFT in an expanding universe. Particle creation and the frequency-mixing mechanism. Black holes and the Hawking effect.

2. Operator approach to QFT. Regularization and renormalization. Renormalization group

S matrix and time-ordered products. LSZ reduction formula. Perturbative expansion. Feynman rules. The Kallen-Lehmann spectral representation.One-loop divergences in scalar field theories. Dimensional regularization. Schwinger-Feynman parametrization. UV divergences and power counting.
Renormalized perturbation theory. Counterterms and renormalization schemes. On-shell and Minimal subtraction schemes. Coupling constant, mass, and wave-function renormalization. Renormalization group.

Beta functions, anomalous dimensions. Running coupling constants.

3. Functional integral approach to QFT. Symmetries, Ward identities and anomalies

Generating functional. Functional integral. Interactions and Feynman rules. Complements. path integrals in quantum mechanics. Gaussian integrals. Gauge invariance. Path integrals for fermions. Path integrals for spin 1 fields. Faddeed-Popov method. Ghost fields. Schwinger-Dyson equations. Symmetries in QFT. Ward identities. Anomalies

4. One-loop divergences and renormalization of QED

Detailed one-loop calculations in QED: vacuum polarization, electron-self-energy, electron-photon vertex. Ward identity.

5. Non-abelian gauge theories. Perturbative quantization

Basic facts about Lie algebras and representations. Non-Abelian gauge theories. Yang-Mills Lagrangian and theta angle. Gauge redundancies and gauge fixing. Quantization of gauge fields by the Faddeed-Popov method. Ghost fields. Feynman rules for gauge theories. BRS symmetry. Renormalization of gauge theories. Beta function of SU(N) Yang-Mills theory.

VOLUM DE TREBALL (HORES)

ACTIVITATS PRESENCIALS

Activitat	Hores
Teoria	40,00
Seminari	3,00
Altres activitats	3,00
Total hores	**46,00**

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
Total hores	**104,00**

METODOLOGIA DOCENT

1 - Classes teòriques, lliçó magistral participativa.

2 - Resolució de problemes guiats i ajustats a les classes teòriques.

AVALUACIÓ

L'avaluació de l'assignatura consistirà en:

- Exàmen escrit basat en una serie de exercicies i qüestions (50 %). Usualment, per l'extensió del exercicis, serà de la forma de un <<take-home-exam>>.

- Avaluació contínua de l'estudiant en les classes de teoria i pràctiques: resolució de problemes proposats (50%).

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

BIBLIOGRAFIA

- T.P Cheng and L.-F.Li, Gauge theory of elementary particle Physics, 1984, Oxford University Press.
- C. Itzykson and J.B. Zuber, "Quantum Field Theory", McGraw-Hill, 1980
- M. E. Peskin and D. V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory, Reading, MA: Addison-Wesley (1995).
- M. D. Schwartz, Quantum Field Theory and the Standard Model, Cambridge University Press, 2014
- M. Srednicki, Quantum Field Theory, Cambrdige University Press (2007)
- A. Zee, Quantum Field Theory in a nutshell, Princenton University Press, 2010