

Introducció a la Teoria Quàntica de Camps

Codi: 42863
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
4313861 Física d'Altes Energies, Astrofísica i Cosmologia / High Energy Physics, Astrophysics and Cosmology	OT	0	1

Professor/a de contacte

Nom: Antonio Miguel Pineda Ruiz

Correu electrònic: AntonioMiguel.Pineda@uab.cat

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: anglès (eng)

Prerequisits

Es recomana haver atès amb aprofitament l'assignatura d'Introducció a la Física del Cosmos.

Objectius

L'objectiu principal d'aquest curs és aprendre els conceptes bàsics i les tècniques necessàries per a poder entendre la teoria quàntica de camps. Es posarà especial èmfasi en la física de les partícules elementals, i, en particular, en l'electrodinàmica quàntica.

Competències

- Aplicar els principis fonamentals a àrees particulars com la física de partícules, l'astrofísica d'estrelles, planetes i galàxies, la cosmologia o la física més enllà del Model Estàndard.
- Formular i abordar problemes físics, tant si són oberts com si estan més ben definits, identificant els principis més rellevants i utilitzant aproximacions, si escau, per arribar a una solució que s'ha de presentar explicitant les suposicions i les aproximacions.
- Posseir i comprendre coneixements que aporten una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i / o aplicació d'idees, sovint en contextos de recerca.
- Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
- Utilitzar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionar les equacions apropiades, construir models adequats, interpretar resultats matemàtics i comparar críticament amb experimentació i observació.

Resultats d'aprenentatge

1. Analitzar el concepte de renormalització i aplicar-lo a processos electromagnètics.
2. Aplicar el llenguatge dels diagrames de Feynman a la teoria quàntica de camps.
3. Aplicar la teoria quàntica de camps a processos electromagnètics.
4. Calcular seccions eficaces de processos electromagnètics.
5. Comprendre les bases de la teoria quàntica de camps.

Continguts

1. Introducció

1.1 Motivació

1.2 Elements de teoria clàssica de camps.

1.2.1 Càlcul funcional.

1.2.2 Lagrangiana i Hamiltoniana. Euler-Lagrange equations.

1.3 Unitats naturals

2. Quantificació de camps lliures

2.1 Camps no relativistes. Bosones i fermions. Operador nombre i estadística.

2.2 Camp de Klein-Gordon real. Propagadors i causalitat.

2.3 Simetries contínues. Teorema de Noether: corrents i tensor d'energia-moment.

2.4 Simetries discretes: C, P, T.

2.5 Camp de Klein-Gordon complex. Simetria de càrrega.

2.6 Camp de Dirac. Propagadors, simetries, espín: helicidad i quiralitat.

2.7 Camp electromagnètic.

3. Interacció

3.1 Secció eficaç i matriu S.

3.2 Imatge d'interacció i matriu S.

3.3 Teorema de Wick.

3.4 Primer càlcul a nivell arbre: $\lambda \phi^4$.

3.5 Diagrames de Feynman.

3.6 Decays.

4. QED

4.1 Quantificació de QED.

4.2 S-matrix a $O(e^2)$.

4.3 Col·lisió Compton a nivell arbre. Diagrames de Feynman i tècniques de càlcul: traces, espín, ...

4.4 About gauge invariance. Exemple d'identitat de Ward.

4.5 Regles de Feynman generalitzades i per QED.

4.6 Altres processos elementals de QED a nivell arbre: $e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-$, ...

4.7 Transicions radiatives de l'Hidrogen.

5. Més enllà del nivell arbre. Introducció.

5.1 Infinitos i regularització dimensional.

5.2 Polarització del buit.

5.3 Renormalització de la càrrega elèctrica.

5.4 Teorema òptic.

6. Més enllà de teoria de pertorbacions.

6.1 Formalisme LSZ i simetria de creuament (exemples).

Metodologia

Hi haurà classes magistrals on s'explicarà la teoria amb detall.

Hi haurà classes magistrals on es discutirà una selecció de la llista d'exercicis.

L'estudiant ha d'estudiar pel seu compte la teoria explicada a classe per aprofundir i assentar els continguts. A més l'estudiant ha de fer a casa la llista d'exercicis amb anterioritat a les classes de problemes.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Teoria i problemes	45	1,8	1, 2, 3, 4, 5
Tipus: Autònomes			
Estudi, exercicis	84	3,36	1, 2, 3, 4, 5

Avaluació

Examen: 50%

Lliurament d'exercicis: 40%

Participació a classe i presentació oral d'alguns exercicis: 10%

Examen de recuperació: 50%. Condició necessària: tenir una nota igual o superior a 3.5 a la nota final anterior.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Entrega d'exercicis	40%	15	0,6	1, 2, 3, 4, 5
Examen	50%	3	0,12	1, 2, 3, 4, 5
Participació en classe i presentacions orals	10%	3	0,12	1, 2, 3, 4, 5

Bibliografia

D. Lurie. Particles and Fields

S. Weinberg. The Quantum Theory of Fields

L.H. Ryder. Quantum Field Theory

M. Peskin and D. Schroeder. An introduction to Quantum Field Theory

B. Hatfield. Quantum Field Theory of Point Particles and Strings

Donogoe, Golowitch and Holstein. Dynamics of the Standard Model

Pokorsky. Gauge Field Theories

C. Itzykson and J. Zuber. Quantum Field Theory