

**Mecànica Quàntica Avançada**

Codi: 100178  
Crèdits: 6

Titulació	Típus	Curs	Semestre
2500097 Física	OT	4	0

**Professor/a de contacte**

Nom: Eduard Massó Soler

Correu electrònic: Eduard.Masso@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: anglès (eng)

Grup íntegre en anglès: Sí

Grup íntegre en català: No

Grup íntegre en espanyol: No

**Prerequisits**

Recommendation: Quantum physics. Quantum mechanics.

**Objectius**

Introduction to quantum field theory. Learn about Klein-Gordon, Dirac and Maxwell fields and equations. Quantum electrodynamics. Elementary tree-level processes.

**Competències**

- Aplicar els principis fonamentals a l'estudi qualitatiu i quantitatiu de les diferents àrees particulars de la física
- Comunicar eficaçment informació complexa de manera clara i concisa, ja sigui oralment, per escrit o mitjançant TIC, i en presència de públic, tant a públics especialitzats com generals
- Conèixer les bases d'alguns temes avançats incloent desenvolupaments actuals en la frontera de la física sobre els quals poder-se formar posteriorment amb més profunditat
- Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom
- Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua
- Fer treballs acadèmics de manera independent usant bibliografia (especialment en anglès), bases de dades i col·laborant amb altres professionals
- Formular i abordar problemes físics identificant els principis més rellevants i utilitzant aproximacions, si fos necessari, per arribar a una solució que ha de ser presentada explicitant hipòtesis i aproximacions
- Generar propostes innovadores i competitives en la recerca i en l'activitat professional.
- Planejar i realitzar, utilitzant els mètodes apropiats, un estudi o recerca teòrica i interpretar i presentar-ne els resultats
- Raonar críticament, tenir capacitat analítica, fer servir correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics
- Respectar la diversitat i pluralitat d'idees, persones i situacions
- Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte
- Treballar en grup, assumint responsabilitats compartides e interaccionant professional i constructivament amb altres amb absolut respecte als seus drets.

- Utilitzar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionant les eines apropiades, construint models adequats, interpretant resultats i comparant críticament amb l'experimentació i l'observació

## Resultats d'aprenentatge

1. Analitzar els límits d'alta i baixa energia de processos electromagnètics senzills.
2. Analitzar les conseqüències de l'equació de Dirac en el límit no relativista.
3. Aplicar la invariància gauge per a la determinació del lagrangià de l'electrodinàmica quàntica.
4. Calcular seccions eficaces de processos electromagnètics senzills.
5. Comunicar eficaçment informació complexa de manera clara i concisa, ja sigui oralment, per escrit o mitjançant TIC, i en presència de públic, tant a públics especialitzats com generals.
6. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
7. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua.
8. Establir les bases per a la formulació completa de la teoria quàntica de camps i les seves aplicacions.
9. Establir les conseqüències fenomenològiques de les equacions d'ona relativistes.
10. Estructurar i desenvolupar, a partir d'un estat inicial i final concrets, l'estratègia i el càlcul de la secció eficaç d'un procés electromagnètic.
11. Estudiar col·lisions amb partícules idèntiques.
12. Fer treballs acadèmics de manera independent usant bibliografia (especialment en anglès), bases de dades i col·laborant amb altres professionals.
13. Formular les bases per a l'extensió a les teories gauge no abelianes.
14. Generar propostes innovadores i competitives en la recerca i en l'activitat professional.
15. Manipular correctament l'àlgebra de les matrius de Dirac i les regles del càlcul de traces.
16. Obtenir amplituds de transició de processos electromagnètics utilitzant les regles de Feynman.
17. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
18. Respectar la diversitat i la pluralitat d'idees, persones i situacions.
19. Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte.
20. Treballar en grup, assumir responsabilitats compartides i interaccionar professionalment i de manera constructiva amb altres persones amb un respecte absolut als seus drets.
21. Utilitzar correctament la integració d'espai-fase.

## Continguts

Classical Field Theory (Reminder)

Klein-Gordon field. Quantification and propagator.

Dirac field. Quantification and propagator.

Maxwell field. Covariant Formulation. Quantification and propagator.

Quantum Electrodynamics (QED) as gauge field theory.

Dyson expansion of S-matrix. Wick's theorem.

Feynman diagrams and Feynman rules in QED.

Basic processes in QED.

Lorentz symmetry.

Discrete symmetries.

## Metodologia

This course will be given entirely in English. All the course material (problems, homework and exams) will be distributed in English and students will be encouraged to do all the exercises/exams in English, although in Catalan or Spanish will also be accepted and assessed with the same criteria.

This course will consist of theory and problem classes. There will be an equilibrium among work at class and at home.

Problem lists will be given to be solved individually or in groups. The solutions to the problems will be discussed in the problem classes.

The students will solve individually and hand in after a limited time a selection of 'homework' problems that will count for the final course mark.

The students will have to prepare 2 written exams: a mid-term exam and a final exam, the latter of which can be re-taken once.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
<b>Tipus: Dirigides</b>			
Problems class	15	0,6	
Theoretical classes	30	1,2	
<b>Tipus: Autònomes</b>			
Discussion, work in groups	25	1	
Problems solved in group	31	1,24	
Study of theoretical foundations	42	1,68	

## Avaluació

There will be a resit exam for students that: a) have done Exam 1 and Exam 2 and b) have failed the course with a mark of at least 3.5 (over 10). Details on this exam will be announced in due course.

Students not attending Exam 2 will have the mark "Not presented - no available"

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Entrega (Homework)	15%	1	0,04	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21
Examen 1	35%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21
Examen 2	50%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21
Examen Recuperació	85%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21

## Bibliografia

E. Massó, Notes on QFT, (Available in Campus virtual)

Mandl and Shaw, QFT, Wiley

Lahiri and Pal, A first book on QFT