

**FITXA IDENTIFICATIVA****DADES DE L'ASSIGNATURA****Codi:** 34272**Nom:** Teoria quàntica de camps**Cicle:** Grau**Crèdits ECTS:** 6**Curs acadèmic:** 2026-27**TITULACIONS**

Titulació	Centre	Curs	Període
1105 - Grau en Física	Facultat de Física	4	Segon quadrimestre

**MATÈRIES**

Titulació	Matèria	Caràcter
1105 - Grau en Física	Complements de Física	OPTATIVA

**COORDINACIÓ**

PICH ZARDOYA ANTONIO

GONZALEZ ALONSO MARTIN

**RESUM**

La Teoria Quàntica de Camps unifica en un mateix marc conceptual els principis de la mecànica quàntica i la relativitat especial. És el formalisme adequat per a descriure la física microscòpica (distàncies petites, altes energies) i, per tant, per a abordar l'estudi de la matèria al seu nivell més bàsic. Aquesta assignatura proporciona una introducció a la Teoria Quàntica de Camps i la seva aplicació en la Física de les Partícules Elementals, donant una visió global de la Teoria Estàndard de les Interaccions Fonamentals (excloent la gravitació) i dels seus èxits fenomenològics. Es discuteixen els problemes conceptuals que apareixen al combinar física quàntica i relativitat, i la necessitat d'un formalisme de moltes partícules. Es desenvolupa el formalisme bàsic de la Teoria de Camps, emfatitzant el paper de les simetries, i es presenten algunes aplicacions simples en Electrodinàmica, Cromodinàmica i Teoria Electrofeble. Es pretén que l'estudiant es familiaritze amb les interaccions fonamentals entre els constituents de la matèria i que arribe a calcular processos elementals a l'ordre més baix en teoria de pertorbacions.

**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

Es recomanen els coneixements previs següents, necessaris per al desenvolupament de l'assignatura, els quals desglossarem en dos grups:

### Coneixements matemàtics:

1. Espais vectorials. Mètrica i producte escalar.
2. Operadors lineals.
3. Transformades de Fourier.
4. Delta de Dirac.
5. Anàlisi matemàtica de variable complexa.

### Coneixements físics:

1. Mecànica Hamiltoniana i Lagrangiana.
2. Mecànica Quàntica.
3. Relativitat Especial. Transformacions de Lorentz.
4. Camps elèctrics i magnètics: radiació electromagnètica.

## COMPETÈNCIES / RESULTATS D' APRENENTATGE

### 1105 - Grau en Física

Capacitat d'aprenentatge: ser capaç d'iniciar-se en nous camps de la física i de la ciència i la tecnologia en general, a través de l'estudi independent.

Cerca de bibliografia: ser capaç de buscar i utilitzar bibliografia en física i altra bibliografia tècnica, així com qualsevol font d'informació rellevant per a treballs d'investigació i desenvolupament tècnic de projectes.

Comunicació oral i escrita: ser capaç de transmetre informació, idees, problemes i solucions mitjançant l'argumentació i el raonament propis de l'activitat científica, utilitzant els conceptes i les eines bàsiques de la física.

Cultura general en física: haver-se familiaritzat amb les àrees més importants de la física i amb enfocaments que compreguen i relacionen diferents àrees de la física, així com relacions de la física amb altres ciències.

Destreses generals i específiques en llengües estrangeres: haver millorat el domini de l'anglès (o d'una altra llengua estrangera d'interès) mitjançant: accés a bibliografia fonamental, comunicació oral i escrita (anglès científicotècnic), cursos, estudis a l'estranger, reconeixement de crèdits en universitats estrangeres etc.

Investigació bàsica i aplicada: adquirir una comprensió de la naturalesa de la investigació física, de les formes en què es du a terme, i de com la investigació en física és aplicable a molts camps diferents, per exemple l'enginyeria; habilitat per dissenyar procediments experimentals i/o teòrics per: (i) resoldre els problemes corrents en la investigació acadèmica o industrial; (ii) millorar els resultats existents.



Modelització i resolució de problemes: ser capaç d'identificar els elements essencials d'un procés/situació i d'establir-ne un model de treball. Ser capaç de realitzar les aproximacions requerides amb l'objecte de reduir un problema fins a un nivell manejable. Pensament crític per construir models físics.

Posseir i comprendre els fonaments de la física en els aspectes teòrics i experimentals, així com el bagatge matemàtic necessari per a la seua formulació.

Que els estudiants hagen demostrat posseir i comprendre coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé descansa en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda del seu camp d'estudi.

Que els estudiants hagen desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per a emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.

Que els estudiants puguen transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

Que els estudiants sàpien aplicar els seus coneixements al seu treball o vocació d'una forma professional i posseïsquen les competències que solen demostrar-se per mitjà de l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seua àrea d'estudi.

Que els estudiants tinguen la capacitat d'arreglar i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seua àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguen una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.

Resolució de problemes: ser capaç d'avaluar clarament els ordres de magnitud, de desenvolupar una percepció de les situacions que són físicament diferents però que mostren analogies, per permetre, doncs, l'ús de solucions conegudes a problemes nous.

Saber aplicar els coneixements adquirits a l'activitat professional, saber resoldre problemes i elaborar i defensar arguments, recolzant-se en els dits coneixements.

Ser capaç de reunir i interpretar dades rellevants per emetre judicis.

## DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

### 1. Partícules i interaccions

- 1.1 Constituents elementals de la matèria
- 1.2 Interaccions i bosons mediadors
- 1.3 Relativitat especial
- 1.4 Transformacions de Lorentz
- 1.5 Cinemàtica relativista
- 1.6 Camp electromagnètic



## 2. Mecànica quàntica relativista

- 2.1 Mecànica quàntica
- 2.2 Principi de correspondència
- 2.3 Equació de Klein-Gordon
- 2.4 Equació de Dirac
- 2.5 Solucions de l'equació de Dirac
- 2.6 Antipartícules
- 2.7 Necessitat d'una teoria quàntica de camps

## 3. Quantització d'una teoria de camps

- 3.1 Oscil·lador harmònic
- 3.2 Teoria clàssica de camps
- 3.3 Quantització
- 3.4 Simetries i lleis de conservació

## 4. Partícules sense espí

- 4.1 Camp de Klein-Gordon real
- 4.2 Representació nombre per a bosons
- 4.3 Camp de Klein-Gordon complex
- 4.4 Propagador de Feynman

## 5. Partícules d'espí 1/2

- 5.1 Representació nombre per a fermions
- 5.2 Quantització
- 5.3 Propagador fermiònic
- 5.4 Connexió espí-estadística

## 6. Camps en interacció

- 6.1 Matriu S
- 6.2 Teoria de pertorbacions
- 6.3 Càlcul d'amplituds
- 6.4 Regles de Feynman

## 7. Observables

- 7.1 Seccions eficaces i amplades de desintegració



- 7.2 Espai fàsic
- 7.3 Anàlisi dimensional

## 8. Electrodinàmica quàntica

- 8.1 Invariància gauge
- 8.2 Lagrangia de QED
- 8.3 Quantització del camp electromagnètic
- 8.4 Propagador del fotó
- 8.5 Regles de Feynman
- 8.6 Processos elementals a ordre arbre

## 9. Cromodinàmica quàntica (complements)

- 9.1 El color dels quarks
- 9.2 Teories gauge no abelianes
- 9.3 Lagrangia de QCD
- 9.4 Gluons
- 9.5 Llibertat asimptòtica
- 9.6 Confinament

## 10. Teoria estàndard electrofeble (complements)

- 10.1 Lagrangia electrofeble
- 10.2 Bosons  $W^\pm$  i  $Z$
- 10.3 Camp vectorial massiu
- 10.4 El bosó de Higgs
- 10.5 Fenomenologia

## VOLUM DE TREBALL (HORES)

### ACTIVITATS PRESENCIALS

Activitat	Hores
Teoria	60,00
<b>Total hores</b>	<b>60,00</b>

### ACTIVITATS NO PRESENCIALS

Activitat	Hores
Assistència a altres activitats	0,00
Elaboració de treballs individuals o en grup	15,00
Estudi i treball autònom	40,00
Preparació de classes	15,00
Preparació d'activitats d'avaluació	20,00



Resolució de casos pràctics	0,00
<b>Total hores</b>	<b>90,00</b>

## METODOLOGIA DOCENT

Durant el període lectiu s'impartiran quatre classes setmanals, que es distribuïran de mitjana en tres classes teòriques i una pràctica:

- Classes teòriques

Les classes teòriques seran, en general, de caràcter magistral i en elles s'exposaran els continguts de l'assignatura exposats més amunt. Es farà èmfasi en l'aplicació dels coneixements teòrics a la solució de qüestions i problemes. Es resoldran sistemes físics senzills com a exemple dels mètodes teòrics generals estudiats i es compararan els resultats amb les dades experimentals.

- Classes pràctiques

En la classe pràctica setmanal es resoldran problemes de cada tema de l'assignatura. El professor lliurarà a l'alumnat prèviament una col·lecció de problemes de cada capítol.

## AVALUACIÓ

Els sistemes d'avaluació són els següents:

1) Exàmens escrits: una part avaluarà la comprensió dels aspectes teòric-conceptuals i el formalisme de l'assignatura, tant mitjançant preguntes teòriques com a través de qüestions conceptuals o casos particulars senzills. Una altra part valorarà la capacitat d'aplicació del formalisme, mitjançant la resolució de problemes, així com la capacitat crítica respecte als resultats obtinguts. En ambdues parts es valoraran una correcta argumentació, una adequada justificació i una presentació clara i llegible.

2) Avaluació contínua: valoració de treballs i problemes presentats pels estudiants, qüestions proposades i discutides en l'aula, presentació oral de problemes resolts o qualsevol altre mètode que supose una interacció entre docents i estudiants.

L'avaluació contínua comptarà en la nota final un 30% sempre que les notes de les dues parts (teòric i problemes) de l'examen escrit siguin majors o iguals a 4 sobre 10.

Aquests criteris d'avaluació són comuns a la primera i segona convocatòries.

## BIBLIOGRAFIA



- **QUANTUM FIELD THEORY**, F. Mandl, G. Shaw, John Wiley & Sons, 2a edició, 2010.
- **AN INTRODUCTION TO QUANTUM FIELD THEORY**, M. E. Peskin, D. V. Schroeder, Addison-Wesley, 1995.
- **QUANTUM FIELD THEORY AND THE STANDARD MODEL**, M. D. Schwartz, Cambridge University Press, 2014.
- **QUANTUM FIELD THEORY**, M. Srednicki, Cambridge University Press, 2007.
- **INTRODUCTION TO ELEMENTARY PARTICLES**, D. Griffiths, J. F. Gunion, Wiley-VCH, 2a edició, 2008.
- **RELATIVISTIC QUANTUM MECHANICS**, J. D. Bjorken, S. D. Drell, McGraw-Hill, 1964.
- **THE STANDARD MODEL OF ELECTROWEAK INTERACTIONS**, A. Pich, arXiv:1201.0537 [hep-ph]; <http://arxiv.org/pdf/1201.0537>