

# TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS

Departamento de Física Teórica y del Cosmos  
Titulación: Licenciado en Física

Curso: 2011/12  
Créditos: 5.0 (T) + 2.5 (P)

---

## PROGRAMA

### 1. SIMETRÍAS DE LORENTZ Y POINCARÉ EN TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS

#### 1.1 Introducción

1.1.1 ¿Por qué campos cuánticos?

1.1.2 Notación, unidades y convenciones

#### 1.2 Grupos de Lie

#### 1.3 Grupo de Lorentz

#### 1.4 Representaciones tensoriales y espinoriales

#### 1.5 Representaciones en campos

1.5.1 Campos escalares

1.5.2 Campos de Weyl, Dirac y Majorana

1.5.3 Campos vectoriales

#### 1.6 Grupo de Poincaré

1.6.1 Representaciones en campos

1.6.2 Representaciones en estados de una partícula

### 2. TEORÍA CLÁSICA DE CAMPOS

#### 2.1 Ecuaciones de Euler-Lagrange

#### 2.2 Teorema de Noether

#### 2.3 Campos escalares

2.3.1 Ecuación de Klein-Gordon

2.3.2 Campos complejos. Conservación de la carga

#### 2.4 Campos espinoriales

2.4.1 Ecuación de Weyl

2.4.2 Ecuación de Dirac

2.4.3 Masa de Majorana

2.4.4 Matrices de Dirac y bilineales covariantes

#### 2.5 Campo electromagnético

2.5.1 Ecuaciones de Maxwell

2.5.2 Simetría gauge

2.5.3 Acoplamiento mínimo con la materia

### 3. CUANTIZACIÓN DE CAMPOS LIBRES

#### 3.1 Campos escalares

3.1.1 Espacio de Fock

3.1.2 Campos complejos. Antipartículas

#### 3.2 Campos de espín $\frac{1}{2}$

3.2.1 Campo de Dirac

3.2.2 Campo de Weyl sin masa

3.2.3 C, P, T

#### 3.3 Campo electromagnético

3.3.1 Cuantización en el gauge de radiación

3.3.2 Cuantización covariante

## 4. INTERACCIONES DE CAMPOS Y DIAGRAMAS DE FEYNMAN

- 4.1 La matriz  $S$
- 4.2 La fórmula de reducción de LSZ
- 4.3 Teoría de perturbaciones
- 4.4 Propagador de Feynman. Causalidad
- 4.5 Teorema de Wick
- 4.6 Diagramas de Feynman. Reglas de Feynman
- 4.7 Observables
  - 4.7.1 Nota sobre la normalización de estados relativistas y no relativistas
  - 4.7.2 Anchura de desintegración
  - 4.7.3 Sección eficaz
  - 4.7.4 Límite no relativista: potenciales de interacción

## 5. PROCESOS ELEMENTALES EN ELECTRODINÁMICA CUÁNTICA

- 5.1 El lagrangiano y las reglas de Feynman de QED
- 5.2 Un proceso sencillo:  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$
- 5.3 Comentarios: polarizaciones, diracología, simetría de *crossing*
- 5.4 Otros procesos: scattering Rutherford, Bhabha, Møller, Compton,  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$ ,  $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$

## 6. INTRODUCCIÓN A LAS CORRECCIONES RADIATIVAS

- 6.1 Correcciones cuánticas: *loops*
- 6.2 Divergencias en el ultravioleta
- 6.3 Regularización de las divergencias
- 6.4 Ejemplo: autoenergía del electrón
- 6.5 Otros ejemplos: polarización del vacío, corrección del vértice,  $g - 2$
- 6.6 Renormalización y dependencia con la escala de los acoplamientos
- 6.6 Resonancias: distribución de Breit-Wigner. Teorema óptico

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Maggiore: *A Modern Introduction to Quantum Field Theory*, Oxford University Press, 2005.
- [2] M.E. Peskin, D.V. Schroeder: *An Introduction to Quantum Field Theory*, Addison-Wesley, 1995.
- [3] L.H. Ryder: *Quantum Field Theory*, Cambridge University Press, 2nd edition 1996.
- [4] M. Kaku: *Quantum Field Theory. A Modern Introduction*, Oxford University Press, 1993.
- [5] C. Itzykson, J.B. Zuber: *Quantum Field Theory*, McGraw-Hill, 1980.

## HORARIOS

Profesores		Tutorías		Despacho
José Ignacio Illana	(T) [jillana@ugr.es]	lunes, miércoles, viernes	11:00-13:00	19 (Mecenas)
José Santiago	(P) [jsantiago@ugr.es]	lunes, martes viernes	15:00-17:00 11:00-13:00	A03 (Mecenas)
<b>Clases</b>	lunes, martes	11:00-12:00	Aula	
	miércoles, jueves	13:00-14:00	C42	
	viernes	09:00-10:00		

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

Evaluación continua. Elaboración y presentación de trabajos.