

# TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS

Curso de Posgrado impartido por Alberto Güijosa  
Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México  
alberto@nucleares.unam.mx

## Índice de las Notas

- 1. Mecánica Cuántica Relativista:** [p.1] Motivación. [4] Breve repaso de mecánica cuántica. [12] Propagador relativista y antipartículas. [26] Grupos de Lorentz y Poincaré (y definición de grupos/álgebras de Lie). [48] Simetrías en mecánica cuántica. [53] Poincaré a nivel cuántico y sus representaciones. [71] Construcción de estados de una partícula. [101] Estados multipartículas, estados entrantes/salientes y matriz S. [112] Espacio de Fock, operadores de creación y aniquilación y operadores de campo. [124] Límite no relativista. [133] Interacciones y microcausalidad. [138] Campos causales. [151] Diagrama resumen del capítulo, conclusiones y comentarios adicionales.
- 2. Campo Escalar Libre:** [155] Lagrangiano y ecuaciones de movimiento. [163] Simetrías y teorema de Noether. [175] Hamiltoniano, paréntesis de Poisson, y cargas de Noether como generadores. [183] Cuantización canónica del campo escalar real. [191] Correspondencia entre campos y partículas, propagador libre y causalidad. [198] Campo complejo y su cuantización. [202] Carga asociada a partículas y antipartículas. [208] Comentarios sobre la relación entre el campo y las partículas correspondientes (valor de fondo, interacciones, solitones, campos sobre fondos curvos).
- 3. Campo de Dirac Libre:** [221] Campos no escalares. [223] Espinores y matrices gama. [236] Tensores a partir de espinores. [244] Campo y lagrangiano de Dirac. [255] Soluciones a la ecuación de Dirac. [261] Cuantización canónica del campo de Dirac. [268] Positividad de la energía y teorema espín-estadística. [273] Espacio de Fock fermiónico y espín. [277] Carga y simetría interna. [280] Propagador de Dirac. [283] Relación genérica entre propagadores y funciones de Green. [286] Paridad, inversión temporal, conjugación de carga y teorema CPT.
- 4. Campo Vectorial Libre:** [299] Campo vectorial sin masa e invariancia de norma. [310] Intensidad de campo y lagrangiano de Maxwell. [314] Simetría local  $U(1)$  y derivada covariante. [328] Esbozo de generalización a grupo de norma no abeliano. [334] Cuantización canónica en norma de Coulomb. [354] Cuantización canónica en norma de Lorentz (formalismo de Gupta-Bleuler). [369a] Diagrama comparativo de los 2 métodos de cuantización. [371] Campo vectorial masivo.
- 5. Interacciones y Expansión Perturbativa:** [373] Campo escalar auto-interactuante. [376] Cuadro de interacción y operador de evolución. [390] Funciones de correlación y tratamiento perturbativo. [397] Teorema de Wick. [404] Diagramas de Feynman para campo escalar con autointeracción cuántica. [417] Reglas de Feynman para correladores en espacio de posiciones y en espacio de momentos. [427] Representación espectral de Källén-Lehmann. [438] Fórmula de reducción LSZ. [450] Matriz S, T y reglas de Feynman para (elemento de matriz invariante) en

amplitudes de dispersión. [455] Sección eficaz y tasa de decaimiento. [469] Teorema óptico.

6. **Procesos a Nivel Árbol en Electrodinámica Cuántica:** [471] Reglas de Feynman para la electrodinámica cuántica. [480] Producción de muón-antimuón con electrón-antielectrón, efectos de polarización y trazas sobre matrices de Dirac. [488] Dispersión electrón-muón y simetría de cruce. [492] Dispersión electrón-electrón, electrón-antielectrón y signos negativos por fermiones. [495] Dispersión Compton, identidad de Ward y suma sobre helicidades de fotones. [506] Aniquilación electrón-antielectrón.

## Bibliografía

### Textos más cercanos al material del curso:

S. Weinberg, *The Quantum Theory of Fields, Vol. I*, Cambridge University Press (2005).

M. E. Peskin y D. V. Schroeder, *An Introduction to Quantum Field Theory*, Addison-Wesley (1995).

R. Feynman, *The Reason for Antiparticles*, en *Elementary Particles and the Laws of Physics, The 1986 Dirac Memorial Lectures*, Cambridge University Press (1987).

### Otros textos potencialmente útiles (junto con otras $10^{100}$ posibilidades...):

M. Srednicki, *Quantum Field Theory*, Cambridge University Press (2005),

disponible (como borrador) en <http://www.physics.ucsb.edu/~mark/qft.html>

W. Greiner y J. Reinhardt, *Field Quantization*, Springer (1993).

Michele Maggiore, *A Modern Introduction to Quantum Field Theory*, Oxford U.P. (2005).

L. H. Ryder, *Quantum Field Theory*, Cambridge University Press (1996).

F. Mandl y G. Shaw, *Quantum Field Theory*, John Wiley & Sons (1993).

A. Zee, *Quantum Field Theory in a Nutshell*, Princeton University Press (2003)

L. S. Brown, *Quantum Field Theory*, Cambridge University Press (1994).

T. Banks, *Modern Quantum Field Theory: A Concise Introduction*, Cambridge U.P. (2008).

P. Ramond, *Field Theory: A Modern Primer*, Addison-Wesley, Frontiers in Physics Series vol. 74 (2001).

W. Siegel, *Fields*, disponible en línea en <http://arxiv.org/abs/hep-th/9912205>

H. Georgi, *Lie Algebras in Particle Physics*, Perseus Books Group (1999).

R. Rajaraman, *Solitons and Instantons*, North Holland (1989).

N.D. Birrell, P.C.W. Davies, *Quantum Fields in Curved Space*, Cambridge U. P. (1984).