

Interacciones fuertes

Dr. Pablo Roig Garcés

Inicia: 9 de Marzo de 2015

Finaliza: 26 de Junio de 2015

Duración: 48 horas

Último día de inscripciones: 20 de Marzo de 2015

Última fecha para baja del curso: 15 de Abril de 2015

Semana de exámenes finales: 29 de Junio al 3 de Julio de 2015

Último día entrega calificaciones: 10 de Julio de 2015

MÍNIMO PARA ABRIR EL CURSO: 3 alumnos

Resumen

El objetivo del curso es proporcionar un panorama general de las interacciones fuertes. En primer lugar se repasan las evidencias que llevaron a postular la cromodinámica cuántica (QCD) como la teoría de norma de la interacción fuerte basada en el grupo $SU(3)$ de color. Se revisarán sus dos propiedades más sobresalientes: confinamiento a largas distancias y libertad asintótica a altas energías. Se verán las aplicaciones fenomenológicas más sobresalientes de QCD perturbativa y se explicará el problema que supone el tratamiento de las interacciones fuertes en el régimen no perturbativo de QCD, donde diversas teorías efectivas de la misma constituyen alternativas óptimas.

Requisitos: Bases de teoría cuántica de campos (TCC1)

Programa:

1. Introducción a la interacción fuerte
2. Quarks y color
 - Evidencias de color
 - Libertad asintótica
 - $SU(3)_C$
3. Breve repaso de QED
4. El Lagrangiano de QCD

5. Correcciones cuánticas: lazos
 - Regularización
 - Renormalización (QED)
 - $\alpha_S(Q^2)$: libertad asintótica y confinamiento
6. Fenomenología de QCD perturbativa
 - $e^+e^- \rightarrow$ hadrones
 - $Z \rightarrow$ hadrones
 - $\tau^- \rightarrow \nu_\tau$ hadrones
 - $e^+e^- \rightarrow$ jets
 - Dispersión profundamente inelástica y funciones de distribución partónicas
7. Distintas determinaciones de α_S : test de libertad asintótica
8. Masas de quarks
9. Confinamiento y la necesidad de QCD no perturbativa
 - Simetrías de sabor de QCD
 - Introducción a las teorías cuánticas de campo efectivas
 - Introducción a la Teoría Quiral de Perturbaciones
 - Introducción a las expansiones en el límite de gran número de colores
 - Introducción a otras teorías efectivas de QCD

Bibliografía:

1. A. Pich, “Aspects of QCD”, Proc. of the ICTP Summer School on Particle Physics (Trieste, 1999), eds. G. Senjanovic and A. Yu. Smirnov. Singapore, Singapore: World Scientific (2000), p. 394 [hep-ph/0001118].
2. A. Pich, “Quantum Chromodynamics”, Proc. 1994 School of High-Energy Physics (Sorrento, 1994), eds. N. Ellis and M. B. Gavela, CERN 95-04 (Geneva, 1995), p. 157 [hep-ph/9505231].
3. R. K. Ellis, W. J. Stirling and B. R. Webber, “QCD and Collider Physics” (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1996), p. 452.
4. T. Muta, “Foundations of Quantum Chromodynamics”, Lecture Notes in Physics - Vol. 5 (World Scientific, Singapore, 1987), p. 409.
5. P. Pascual and R. Tarrach, “QCD: Renormalization for the practitioner” (Springer-Verlag, Berlin 1984), p. 277.
6. F. J. Ynduráin, “The theory of Quark and Gluon Interactions”, Texts and Monographs in Physics (Springer-Verlag, New York, 1999), p. 476.
7. I. J. R. Aitchison and A. J. G. Hey, “Gauge theories in Particle Physics”, Graduate Student Series in Physics (IOP Publishing Ltd., Bristol, 1989), p. 466.

8. M. Jamin, “QCD and Renormalisation Group Methods”, Lecture presented at Herbstschule für Hochenergiephysik Maria Laach, 2006, DESY, Germany (<http://www.desy.de/~martillu/rgm06-1.pdf>), p. 51.
9. A. Pich, “Effective field theories: Course”, Proc. Summer School in Theoretical Physics, NATO Advanced Study Institute, 68th session, Les Houches, France, July 28-September 5, 1997. Pt. 1, 2. Eds. R. Gupta, A. Morel, E. de Rafael and F. David, p 1642 [hep-ph/9806303].
10. A. Manohar, “Effective Field Theories”, Procs. 35 Schladmig Winter School for Nuclear and Particle Physics: Perturbative and nonperturbative aspects of quantum field theory (Schladmig, Austria, 1996). Lect. Notes Phys. 479 (1997) p 430 [hep-ph/9606222].
11. A. Manohar, “Large N_C QCD”, Les Houches 97 (see complete reference in 9.) [hep-ph/9802419].
12. A. Pich, “Colorless mesons in a polychromatic world”, Proc. Workshop on the Phenomenology of Large N_C QCD (Tempe, Arizona, 9-11 January 2002), ed. R. Lebed, World Scientific, Singapore, 2002, p 308. [hep-ph/0205030].

Otros temas de interés que se tratarán eventualmente por Catedráticos Augusto García (CAG) y otros profesores invitados:

- Transformaciones de Becchi-Rouet-Stora, identidades de Slavnov-Taylor y renormalización de QCD (a menudo tratado en el curso de Tópicos Avanzados de Teoría Cuántica del Campo, TCC2, Dr. Abdel Pérez Lorenzana)
- Grupo de renormalización
- Renormalización de operadores compuestos
- Expansión en producto de operadores y reglas de suma de QCD
- Procesos de Drell-Yan
- QCD en secciones eficaces de producción de Higgs en colisionadores hadrónicos (tentativamente se espera que este tema lo pueda cubrir este año como CAG el Prof. Daniel de Florián, U. de Buenos Aires, Argentina)
- Instantones en QCD
- Funciones de distribución partónicas generalizadas (se pretende que el Prof. Maxim Polyakov, Ruhr Univ., Bochum, Alemania y St. Petersburg, INP, Rusia trate como CAG estos dos últimos apartados)
- Simulaciones de QCD y sus teorías efectivas en el retículo
- Efectos de temperatura y densidad finitas en QCD
- Visión más detallada de alguna teoría efectiva de QCD concreta