



Propuesta de Trabajo Fin de Grado del Doble Grado en Física y Matemáticas (curso 2022-2023)

Responsable de tutorización: Manuel Pérez-Victoria Moreno de Barreda

Correo electrónico: mpv@ugr.es

Departamento: Física Teórica y del Cosmos

Área de conocimiento: Física Teórica

Responsable de cotutorización:

Correo electrónico:

Departamento:

Área de conocimiento:

(Rellenar sólo en caso de que la propuesta esté realizada a través de un estudiante)

Estudiante que propone el trabajo: Rafael Sánchez López

Título: Métodos on shell en física de partículas

Número de créditos: 6 ECTS 12 ECTS

Tipología del trabajo (marcar una o varias de las siguientes casillas):

- 1. Revisiones y/o trabajos bibliográficos sobre el estado actual de aspectos específicos relacionados con la titulación
- 2. Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática de la titulación, a partir del material disponible en los centros
- 3. Trabajos experimentales, de toma de datos de campo, de laboratorio, etc.
- 4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio
- 5. Elaboración de un informe o un proyecto en el ámbito del grado de naturaleza profesional
- 6. Trabajos relacionados con las prácticas externas

Descripción y resumen de contenidos:

Los procesos de colisión de partículas se describen matemáticamente mediante amplitudes de colisión, en las que la energía y el momento de cada partícula inicial y final toman valores sobre su hiperboloide de masa. Se dice que estas partículas están sobre la capa de masas, *on shell* en inglés. No obstante, los cálculos perturbativos usuales de estas amplitudes mediante diagramas de Feynman involucran en los propagadores internos partículas virtuales *off shell*, cuyos momentos y energías no cumplen esta relación.

En los últimos años se han desarrollado nuevos métodos alternativos al cálculo de amplitudes de colisión en los que las partículas involucradas siempre están sobre la capa de masas. Estos métodos *on shell* han demostrado en muchos casos ser significativamente más eficientes que los tradicionales. También evitan algunas dificultades fundamentales en teoría cuántica de campos, como la ambigüedad en la asignación de campos interpolantes a las partículas. Por otro lado, estos métodos han permitido descubrir o identificar nuevas estructuras matemáticas presentes en algunas teorías e incluso podrían abrir el camino a un nuevo marco teórico para describir la realidad.

Este trabajo de fin de grado es una introducción a estas nuevas ideas y técnicas. Se estudiarán las siguientes cuestiones:

- Formalismo de helicidad espinorial.
- Relaciones de recurrencia a nivel árbol.

- Métodos basados en unitariedad.
- Twistores.
- Dualidad color-cinemática.
- Aplicaciones en teorías efectivas.

Si el tiempo disponible lo permitiera se realizará también una introducción a temas avanzados, como la conexión entre amplitudes de colisión y volúmenes de politopos.

Actividades a desarrollar:

- Estudiar en detalle la bibliografía correspondiente.
- Realizar ejercicios apropiados para aprender de forma práctica los conceptos y técnicas relevantes.
- Explicar en la memoria lo aprendido sobre estos temas.

Objetivos planteados

- El alumno aprenderá a manejar conceptos y técnicas de utilidad en física de partículas
- El alumno identificará estructuras matemáticas presentes en las teorías que describen la Naturaleza a nivel fundamental.
- El alumno tendrá una toma de contacto con algunos de los problemas de interés actual en física teórica

Bibliografía

- M.D. Schwartz, "Quantum Field Theory and the Standard Model", Cambridge University Press, 2013, ISBN: 9781107034730.
- C. Cheung, "Tasi lectures on scattering amplitudes", arXiv:1708.03872.
- H. Elvang and Y. Huang, "Scattering amplitudes", arXiv:1308.1697.

- L.J. Dixon, "Scattering amplitudes: the most perfect microscopic structures in the universe", J.Phys.A 44, 454001 (2011) [arXiv:1105.0771].
- N. Arkani-Hamed, T.C. Huang, Y. Huang, "Scattering amplitudes for all masses and spins", arXiv:1709.04891.
- T. Adamo, "Lectures on twistor theory", arXiv:1712.02196.
- G. Durieux, T. Kitahara, Y. Shadmi, Y. Weissa, "The electroweak effective field theory from on- shell amplitudes", JHEP 01 (2020) 119 [arXiv:1909.10551].
- N. Arkani-Hamed, J. Bourjaily, F. Cachazo, A. Goncharov, A. Postnikov, "Grassmannian geometry of scattering amplitudes", Cambridge University Press, 2016 [arXiv:1212.5605].
- N. Arkani-Hamed, J. Trnka, "The amplituhedron", JHEP 10 (2014) 030 [arXiv:1312.2007].

Firma del estudiante
(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

Firma del responsable de tutorización
(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

Firma del responsable de cotutorización (*en su caso*)
(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

En Granada, a 18 de mayo de 2022