



Nombre del curso: Distribuciones generalizadas de partones

Programa de la unidad curricular: Programa de Posgrado en Física (PEDECIBA)

Fecha:

Resumen. El curso introduce las distribuciones generalizadas de partones (GPD), sus fundamentos teóricos, su relevancia fenomenológica y su relación con la estructura tridimensional de los hadrones. Se estudian su formulación mediante operadores no locales sobre el cono de luz, sus propiedades generales y algunas líneas actuales de investigación y cálculo no perturbativo.

Conocimientos previos sugeridos. Mecánica cuántica, teoría cuántica de campos y nociones básicas de cromodinámica cuántica.

Tipo de curso: Teórico-práctico.

Frecuencia y semestre de la formación al que pertenece:

Nombre del/la docente responsable: Ignacio Castelli

E-mail del/la docente responsable:

Modalidad cursada: Presencial

Metodología de enseñanza: Clases teóricas y prácticas presenciales, resolución y entrega de ejercicios, y elaboración de un proyecto final propuesto por el docente, con instancias de consulta.

Carga Horaria. Duración en semanas: 4 semanas

Carga horaria total: 45 horas

Carga horaria detallada:

a) Horas aula de clases teóricas: 10 horas (2,5 horas por semana)

b) Horas aulas de clases prácticas: 8 horas (2 horas por semana)

c) Horas de seminarios: 0 horas

d) Horas de talleres: 0 horas

e) Horas de salida de campo: 0 horas

f) Horas sugeridas de estudio domiciliario durante el período de clase: 16

horas

g) Horas estimadas para la preparación del proyecto final (incluidas las consultas con el docente): 11 horas

Créditos sugeridos. Calculado a partir del ítem anterior. 3 créditos.

Metodología de evaluación. La aprobación requiere: a) la entrega de ejercicios durante el curso y b) un examen final, consistente en la presentación de un proyecto propuesto por el docente.

Sistema de APROBACIÓN final:

Tiene examen final: Sí.

Se exonera el examen final: No.

Tipo de curso:

Sistema de GANANCIA:

a) Características de las evaluaciones: Entrega de ejercicios durante el curso y presentación de un proyecto final propuesto por el docente.

b) Porcentaje de asistencia requerido para ganar la unidad curricular: -

c) Puntaje mínimo individual de cada evaluación: 50%

d) Puntaje mínimo total: 50%

e) Modo de devolución o corrección de pruebas: devolución oral luego de las pruebas

Habilitada a rendir en calidad de examen libre: NO

Temario.

Objetivos de la unidad curricular: Comprender la definición y las propiedades fundamentales de las distribuciones de partones y de sus generalizaciones; reconocer su papel en la descripción tridimensional de los hadrones; y familiarizarse con sus métodos de cálculo, restricciones teóricas y principales aplicaciones fenomenológicas.

Temario sintético de la unidad curricular: Distribuciones de partones y dispersión inelástica profunda. GPD y dispersión Compton virtual profunda. Operadores sobre el cono de luz y líneas de Wilson. Propiedades generales, regiones DGLAP y ERBL, reglas de suma y polinomialidad. Estructura espacial, de espín y mecánica de los hadrones. Anomalías, identidades de operadores y métodos de QCD en la red.

Temario desarrollado: 1. Introducción y panorama general. Descripción partónica de los hadrones; distribuciones de partones (PDF) en la dispersión inelástica profunda y el modelo de partones; transición de las PDF a las GPD; GPD en la dispersión Compton virtual profunda; factorización en QCD y extracción fenomenológica; acceso a la estructura espacial, al momento angular y a las propiedades mecánicas de los hadrones; reglas de suma para la descomposición del momento, el espín y la masa, y factores de forma gravitacionales.

2. Operadores sobre el cono de luz y propiedades generales. Definición de PDF y GPD de quarks y gluones mediante elementos de matriz de operadores gauge-invariantes no locales y líneas de Wilson; ejemplos de cálculos perturbativos a un lazo; soporte y regiones DGLAP y ERBL; continuidad, límite forward, reglas de suma y polinomialidad de los momentos de Mellin; distribuciones de Wigner; restricciones de hermiticidad, paridad, inversión temporal y conjugación de carga; identidades de Ward y verificaciones de invariancia gauge.

3. Temas avanzados y relacionados. Anomalías cuánticas en la dispersión inelástica profunda y Compton virtual profunda; anomalías axial y de traza y su relación con la estructura hadrónica; identidades exactas de operadores derivadas de las ecuaciones de

movimiento de QCD; métodos de QCD en la red, cuasi-distribuciones, teoría efectiva de gran momento y matching perturbativo con PDF y GPD definidas sobre el cono de luz.

Bibliografía principal. Se puede desglosar en bibliografía esencial y bibliografía complementaria.

C. Mezrag, “An Introductory Lecture on Generalised Parton Distributions”, *Few-Body Systems* 63, 62 (2022), arXiv:2207.13584.

C. Lorcé, A. Metz, B. Pasquini y P. Schweitzer, “Parton Distribution Functions and Their Generalizations”, arXiv:2507.12664 (2025).

M. Diehl, “Generalized Parton Distributions”, *Physics Reports* 388, 41–277 (2003), arXiv:hep-ph/0307382.

Bibliografía complementaria:

X. Ji, “Gauge-Invariant Decomposition of Nucleon Spin”, *Physical Review Letters* 78, 610–613 (1997), arXiv:hep-ph/9603249.

Y. Hatta y Y. Zhao, “Parton Distribution Function for the Gluon Condensate”, *Physical Review D* 102, 034004 (2020), arXiv:2006.02798.

A. Radyushkin y S. Zhao, “One-Loop Structure of Parton Distribution for the Gluon Condensate and ‘Zero Modes’”, *Journal of High Energy Physics* 12, 010 (2021), arXiv:2111.00887.

S. Bhattacharya, Y. Hatta y J. Schoenleber, “Nonlocal Chiral Anomaly and Generalized Parton Distributions”, *Physical Review D* 111, 014013 (2025), arXiv:2411.07024.

I. Castelli et al., “Perturbative Results of Matrix Elements of the Axial Current and Their Relation with the Axial Anomaly”, *Physics Letters B* 857, 138999 (2024), arXiv:2408.00554.

I. I. Balitsky y V. M. Braun, “Evolution Equations for QCD String Operators”, *Nuclear Physics B* 311, 541–584 (1989).

X. Ji, “Parton Physics on a Euclidean Lattice”, *Physical Review Letters* 110, 262002 (2013), arXiv:1305.1539.

COMENTARIOS o ACLARACIONES: