# FICHA IDENTIFICATIVA

## DATOS DE LA ASIGNATURA

**Código:** 43295
**Nombre:** Interacciones fuertes
**Ciclo:** Máster Universitario Oficial
**Créditos ECTS:** 6
**Curso académico:** 2026-27

## TITULACIONES

| Titulación | Centro | Curso | Periodo |
|---|---|---|---|
| 2150 - Máster Universitario en Física Avanzada | Facultat de Física | 1 | Primer cuatrimestre |

## MATERIAS

| Titulación | Materia | Carácter |
|---|---|---|
| 2150 - Máster Universitario en Física Avanzada | Interacciones fundamentales | OPTATIVA |

## COORDINACIÓN

PAPAVASSILIOU JOANNIS

# RESUMEN

En la asignatura **Interacciones fuertes** el alumno o alumna aprenderá una plétora de conceptos básicos y técnicas relacionadas con la Cromodinámica Cuántica (QCD) . Estudiaremos el Lagrangiano de QCD, su cuantización con lasintegrales de camino, y deduciremos las reglas de Feynman que describen las interacciones entre gluones, quarks, y fantasmas. Resultados a un lazo sevan a calcular en detalle, y se introducirán los conceptos asociados con la renormalización y la libertad asintótica. Se va a presentar una breve introducción atécnicas no perturbativas.

# CONOCIMIENTOS PREVIOS

## RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS DE LA MISMA TITULACIÓN

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

## OTROS TIPOS DE REQUISITOS

Teoría Cuántica de Campos

# COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE

## 2150 - Máster Universitario en Física Avanzada

Analizar una situación compleja extrayendo cuales son las cantidades físicas relevantes y ser capaz de reducirla a un modelo parametrizado.

Comprender de una forma sistemática el campo de estudio de la Física y el dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo.

Comprensión de las propiedades fundamentales de la interacción fuerte (confinamiento, libertad asintótica y simetría quiral) y su relación con la distancia.

Concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con seriedad académica.

Conocer y saber utilizar la invariancia de gauge local como punto de partida en la formulación de las interacciones fundamentales.

Elaborar una memoria clara y concisa de los resultados de su trabajo y de las conclusiones obtenidas en el área de la Física.

Estar en disposición para seguir los estudios de doctorado y la realización de un proyecto de tesis doctoral.

Evaluar la validez de un modelo o teoría propuesto por otros miembros de la comunidad científica.

Exponer y defender públicamente el desarrollo, resultados y conclusiones de su trabajo en el área de la Física.

Ostentar la preparación para tomar decisiones correctas en la elección de tareas y en su ordenación temporal en su labor investigadora y/o profesional.

Poseer la capacidad para el desarrollo de una aptitud crítica ante el aprendizaje que le lleve a plantearse nuevos problemas desde perspectivas no convencionales.

Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

Realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas en el área de la Física.

Saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

Saber comunicar sus conclusiones (y los conocimientos y razones últimas que las sustentan) a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

Saber construir modelos de acuerdo con el contenido en partículas y en simetrías de la teoría. Analizar y comprender los límites de validez de las teorías físicas.

Saber modelizar matemáticamente los problemas físicos sencillos nuevos, conectados con problemas conocidos. Ser capaz de expresar en términos matemáticos nuevas ideas.

Saber organizarse para planificar y desarrollar el trabajo dentro de un equipo con eficacia y eficiencia.

Ser capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

Ser capaz de gestionar información de distintas fuentes bibliográficas especializadas utilizando principalmente bases de datos y publicaciones internacionales en lengua inglesa.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

### 1. Quarks y color

El modelo quark. Color. Jets. Confinamiento.
Libertad asintótica.

### 2. El Lagrangiano de QCD

Simetría de gauge. QED. Teoría
gauge SU(N). Gluones. Simetrías globales

### 3. Cuantización covariante -- construcción de Faddeev-Popov

Introducción a la quantización con integrales de camino.
Fijación del gauge y fantasmas. Reglas de Feynman de QCD

## 4. Renormalización

Regularización dimensional y parametrización de Feynman.
Auto-energías del gluón, fantasma, y quark.

## 5. Renormalización de QCD

Clasificación de divergencias. Cálculo
de diagramas superficialmente divergentes. Renormalización.

## 6. Grupo de Renormalización

Acoplamiento efectivo. Libertad asintótica.
Dimensiones anómalas. Masas de quarks.

## 7. Simetría BRST

Simetría BRST. Derivación de las identidades de Slavnov-Taylor.
Comparación con las identidades de Ward-Takahashi.

## 8. Teorema óptico y fantasmas

El teorema óptico en general. El caso de gluones como estados externos y
el papel de los fantasmas.

## 9. Aspectos no perturbativos

Formulación de las teorías gauge en el retículo.

Introducción a las ecuaciones de Schwinger-Dyson.

## VOLUMEN DE TRABAJO (HORAS)

### ACTIVIDADES PRESENCIALES

| Actividad | Horas |
|---|---|
| Teoría | 40,00 |
| Seminario | 3,00 |
| Otras actividades | 3,00 |
| **Total horas** | **46,00** |

### ACTIVIDADES NO PRESENCIALES

| Actividad | Horas |
|---|---|
| Asistencia a otras actividades | 0,00 |
| Elaboración de trabajos individuales o en grupo | 21,00 |
| Estudio y trabajo autónomo | 0,00 |
| Preparación de clases | 43,00 |
| Preparación de actividades de evaluación | 0,00 |
| Resolución de casos prácticos | 40,00 |
| **Total horas** | **104,00** |

## METODOLOGÍA DOCENTE

MD1 - Clases teóricas lección magistral participativa.

MD2 - Discusión de artículos (lecturas).

MD3 - Resolución de problemas.

MD4 - Problemas

MD8 - Conferencias de expertos

## EVALUACIÓN

SE1 - Exámenes escritos sobre las clases de teoría y prácticas: basados en los resultados del aprendizaje y en los objetivos específicos de cada asignatura (50%).

SE5 - Evaluación de las actividades no presenciales relacionadas con las clases de teoría y prácticas: boletines de problemas entregados (50%).

Este sistema de evaluación se aplicará tanto a la primera como a la segunda convocatoria.

## BIBLIOGRAFÍA


- P. Pascual y R. Tarrach, QCD: Renormalization for the Practitioner, Springer- Verlag, 1984.
- F. J. Yndurain, The theory of Quark and Gluon Interactions, 4Ed, Springer- Verlag, 2006, ISBN 354033209X.
- T. Muta, Foundations of Quantum Cromodynamics, World Scientific, 1987