

Propuesta de Nuevo Máster Universitario

Física de Partículas y del Cosmos

From the smallest to the largest scales

Finalidad

El objetivo primordial del Máster de Física de Partículas y del Cosmos es proporcionar a los alumnos interesados en desarrollar una carrera investigadora y a todos aquellos que en general sientan interés por la ciencia moderna una formación avanzada en conceptos fundamentales y metodología en los campos de la Física de Partículas, la Astrofísica y la Cosmología. Según la especialidad escogida, el alumno podrá profundizar ya sea en el mundo microscópico de las partículas de altas energías, ya sea en el conocimiento del Cosmos en su totalidad y los principales procesos astrofísicos que en él tienen lugar. Además, se proporcionará al alumno formación y experiencia en instrumentación y computación avanzada, necesarias ambas para realizar investigación en los campos objeto de este Máster. A lo largo del Máster, el alumno estará en contacto directo con investigadores participantes en colaboraciones internacionales punteras del panorama científico actual. Al finalizar el Máster, el alumno tendrá un conocimiento amplio y profundo de dos de los campos más apasionantes de la ciencia actual y estará capacitado para su incorporación a grupos de investigación y el inicio de un doctorado, habiendo adquirido además capacidades tanto desde el punto de vista metodológico como práctico, que le serán de utilidad en su inserción laboral en el mundo profesional no académico.

Perfil del alumnado

Graduados en Física o ciencias afines, interesados en recibir una formación avanzada en dos de los campos con mayor actividad investigadora en la Física actual, proporcionándoles las capacidades y competencias para realizar una carrera investigadora.

Los alumnos tendrán una muy valiosa aproximación a cómo se realiza, hoy en día, la investigación dentro de grandes colaboraciones, iniciándose, a través del Trabajo de Fin de Máster, en el desarrollo de una actividad investigadora propia.

Perfil del profesorado

La impartición del Máster estará a cargo de profesores e investigadores de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cantabria, del Instituto de Física de Cantabria y del Instituto de Astrofísica de Andalucía, así como de otros centros del CSIC y de otros centros nacionales y extranjeros.

Una amplia mayoría de estos profesores realizan su actividad investigadora en diferentes temas relacionados con la Física de Partículas, la Astrofísica y la Cosmología, participando en algunas de los experimentos más importantes del campo, como el descubrimiento de Higgs, o la obtención del mapa más preciso del fondo cósmico de microondas **(COMPLETAR)**

Esquema

La obtención del máster se consigue tras completar 60 créditos ECTS, 42 de los cuales son obligatorios, 12 pertenecen bien a la orientación Física del Cosmos, o bien a la de Física de partículas. Los 6 restantes se pueden realizar de entre toda la oferta de asignaturas.

Además, pensando en aquellos alumnos que hayan realizado grados de 180 ECTS, es posible ampliar la matrícula hasta en otros 60 ECTS. Estos 60 créditos adicionales se pueden completar bien con cualquiera de las asignaturas optativas, bien con ciertos créditos formativos, dependiendo de las necesidades de cada alumnos.

Asignaturas obligatorias

Módulo básico

Estadística y análisis de datos (6 ECTS)
Programación en el entorno científico (3 ECTS)
Física del Cosmos (6 ECTS)
Modelo Estándar de Física de Partículas (6 ECTS)
Frontier research in astrophysics and particle physics (3 ECTS)

Módulo investigación

Trabajo fin de Máster (18 ECTS)

Especialidad Física del Cosmos

Cosmología (6 ECTS)
Astrofísica extragaláctica (6 ECTS)

Especialidad Física de Partículas

Métodos y técnicas de detección en Física de Partículas (6 ECTS)
Herramientas de análisis en Física de Partículas (6 ECTS)

Asignaturas optativas

Técnicas instrumentales en astrofísica (6 ECTS)
El Universo Oscuro (6 ECTS)
Early universe and QFT (6 ECTS)
Agujeros negros y núcleos galácticos activos (6 ECTS)
La época oscura y la reionización del universo (6 ECTS)
Retos actuales en Física de Partículas (6 ECTS)
Exploración multi-mensajero del Universo (6 ECTS)
Proyecto de Investigación (6, 12, 18 o 24 ECTS)
Computación de alto rendimiento (6 ECTS)

Complementos formativos

Astronomía (6 ECTS)
Física de Partículas Elementales (6 ECTS)
Cálculo Numérico (6 ECTS)

Módulo básico

- **Estadística y análisis de datos (6 ECTS):** Estudio de las distribuciones de probabilidad más comúnmente utilizadas en Física; tratamiento de errores y su propagación; métodos de detección; test de hipótesis; ajuste a modelos (máxima verosimilitud), o simulaciones de Montecarlo.
- **Programación en el entorno científico (6 ECTS):** Introducción al sistema operativo Linux, programación orientada a objetos, programación en el entorno científico, utilización de librerías numéricas para resolver problemas científicos; simulación.
- **Física del Cosmos (6 ECTS):** Visión general de nuestro universo, haciendo especial hincapié en los procesos físicos más importantes que gobiernan la evolución del mismo y de sus estructuras. Se tratará la historia térmica del universo, incluyendo aspectos como la inflación, la nucleosíntesis, el desacople y la reionización. Se revisarán los aspectos clave de Gravitación y Relatividad General, así como de mecanismos típicos de interacción radiación-materia.
- **Modelo Estándar de Física de Partículas (6 ECTS):** Visión general de la comprensión actual de la Física de Partículas elementales, que provee una imagen unificada de los constituyentes de la materia y las fuerzas que actúan entre ellos. Conjugará las ideas teóricas en las que se basa el Modelo Estándar, con el sustento experimental que avala estas teorías
- **Frontier research in astrophysics and particle physics (3 ECTS):** Este curso está orientado a revisar aspectos de especial relevancia y actualidad, en el campo de la Física de Partículas y del Cosmos, que se impartirá a través de seminarios magistrales. Con cierta periodicidad, se realizará a través de una escuela de verano de la UIMP, especialmente definida para este propósito, y que estará abierta a otros estudiantes.

Módulo investigación

- **Trabajo fin de Máster (21 ECTS):** El alumno realizará un trabajo avanzado de investigación, que será supervisados por uno o dos miembros de la plantilla de investigación del IFCA, del IAA, o del Departamento de Física Moderna de la Facultad de Ciencias de la UC.

Especialidad Física del Cosmos

- **Cosmología (6 ECTS):** Se sientan las bases del modelo cosmológico estándar, a partir de la derivación de las ecuaciones de Friedmann, y su posterior desarrollo para el estudio de la evolución del universo. Se estudian las perturbaciones iniciales, y su rol tanto en la definición de las fluctuaciones del fondo cósmico, como en la formación de la estructura a gran escala del universo. Se estudian los aspectos fundamentales de las estructuras más grandes del universo, y se presta especial atención al análisis de datos en cosmología.
- **Astrofísica extragaláctica (6 ECTS):** Se estudian aspectos básicos de la morfología de las galaxias, el contenido y la evolución estelar, y el papel jugado por el contenido gaseoso de las mismas. Se discute su evolución química, cinemática y dinámica, prestando atención a las curvas de rotación y su papel a la hora de determinar la masa de las galaxias. (Texto tentativo: a revisar por IAA)

Especialidad Física de Partículas

- **Métodos y técnicas de detección en Física de Partículas (6 ECTS):** El programa de la asignatura incluye los principios básicos de interacción de la radiación con la materia; detectores, sistemas de lectura, así como la información práctica necesaria para la realización de un experimento. La asignatura incluye la realización de prácticas en el laboratorio.
- **Herramientas de análisis en Física de Partículas (6 ECTS):** El programa del curso hace un repaso general sobre los diferentes estadios que comporta el análisis de los datos de un experimento de Física de Partículas, desde el procesamiento de la información recogida por el detector hasta la publicación de los resultados.

Asignaturas optativas

- **Técnicas instrumentales en astrofísica (6 ECTS):** Se pretende que el alumno conozca las principales limitaciones de la observación astronómica, sus técnicas, avances, grandes instalaciones, desarrollo de la instrumentación y los métodos más importantes de detección, en diferentes rangos del espectro electromagnético. También se presentarán los procesos de emisión y absorción más comunes entre los objetos astronómicos, y ejemplos de estos procesos en funcionamiento en diversas clases de fuentes astronómicas.
- **El Universo Oscuro (6 ECTS):** El programa de la asignatura está focalizado en el estudio de los aspectos teóricos y experimentales relacionados con la materia y la energía oscura. Se revisarán los diversos y más recientes métodos y resultados experimentales, desde una visión unificada de la Física de Partículas, la Cosmología y la Astrofísica.
- **Early universe and QFT (6 ECTS):** El programa de la asignatura trata de abordar con una visión unificada los logros de los modelos estándar de Física de Partículas (Quantum Field Theory, QFT) y Cosmología, con especial énfasis en lo que queda por explorar. Se discuten los aspectos más relevantes del comportamiento del Universo a muy alta energía (escala de Planck) donde los fenómenos cuánticos y gravitacionales se asociarían. Se aborda también la teoría de la inflación y su relevancia para la Física de Partículas.
- **Agujeros negros y núcleos galácticos activos (6 ECTS):** Se consideran los agujeros negros como objetos predominantes en el estudio de aspectos fundamentales de la física, como la gravitación y la naturaleza de la materia. Se dedica especial atención a su rol en los núcleos activos de galaxias. Éstos son objeto de un profundo análisis, detallando sus componentes y taxonomía, lo que lleva al modelo unificado. Se consideran los aspectos más relevantes a la hora de estudiar los cuásares. (Texto tentativo: a revisar por IAA)
- **La época oscura y la reionización del universo (6 ECTS):** Se considera el colapso de las primeras estructuras tras el desacoplo de la radiación y la materia, y su estudio a través de la astronomía de 21cm. En una segunda parte se discute la formación de la primera generación de estrellas y las primeras galaxias, en el contexto de la reionización del universo. (Texto tentativo: a revisar por IAA)
- **Retos actuales en Física de Partículas (6 ECTS):** El programa explora las limitaciones del Modelo Estándar de Física de Partículas, su rango de validez y las posibles soluciones propuestas: supersimetrías, modelos de dimensiones extra, etc. Se pondrá un énfasis especial en aquellas áreas más activas desde el punto de vista experimental.
- **Exploración multi-mensajero del Universo (6 ECTS):** Se aborda el estudio de diferentes fuentes que nos sirven para explorar el Universo en su conjunto, así como mecanismos específicos relacionados con la formación de estructura y con la física fundamental. En particular, se presta atención a nuevas ventanas de observación como la abierta por las ondas gravitacionales, así como a partículas energéticas como son los rayos cósmicos, sin abordar la información complementaria aportada por la radiación electromagnética. Esta asignatura pretende dar una versión global sobre cómo podemos recabar información, de manera global, del Cosmos. (Texto tentativo: a revisar)
- **Proyecto de Investigación (6, 12, 18 o 24 ECTS):** El alumno podrá realizar un trabajo de investigación (de una carga docente dependiente de sus necesidades) en el seno de uno de los grupos de investigación a los que pertenecen los investigadores y docentes del Máster. En lo posible, se animará a que sea de un perfil diferente al de su TFM.

Asignaturas optativas

Además se podrán cursar las siguientes asignaturas ofertadas por otros Másteres de la UC:

- Computación de alto rendimiento (6 ECTS):

Complementos formativos

Dependiendo de las necesidades de los alumnos, a juzgar por la comisión académica, los alumnos tendrán que realizar todos o algunos de estos cursos.

- Astronomía (6 ECTS):
- Física de Partículas Elementales (6 ECTS):
- Cálculo Numérico (6 ECTS):