

**Electrodinámica y Radiación De Sincrotrón**

Código: 100173  
Créditos ECTS: 6

| Titulación     | Tipo | Curso | Semestre |
|----------------|------|-------|----------|
| 2500097 Física | OT   | 4     | 1        |

La metodología docente y la evaluación propuestas en la guía pueden experimentar alguna modificación en función de las restricciones a la presencialidad que impongan las autoridades sanitarias.

## Contacto

Nombre: José María Crespo Vicente  
Correo electrónico: JoseMaria.Crespo@uab.cat

## Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: español (spa)  
Algún grupo íntegramente en inglés: No  
Algún grupo íntegramente en catalán: No  
Algún grupo íntegramente en español: Sí

## Equipo docente

Fernando López Aguilar

## Prerequisitos

Ninguno, pero es recomendable tener aprobado el Electromagnetismo y las asignaturas de Matemáticas obligatorias del grado de Física.

## Objetivos y contextualización

La asignatura tiene dos partes. La primera presenta los aspectos más importantes de la formulación lagrangiana y hamiltoniana de la Electrodinámica Clásica. Se reobtienen las ecuaciones de Maxwell a partir de primeros principios (principio de relatividad, de mínima acción, etc.). Se estudian también las leyes de conservación, la invariancia "gauge" y las ecuaciones del movimiento de una carga en el campo electromagnético.

La segunda trata de la radiación de partículas relativistas. Se comienza introduciendo el concepto de radiación. Se explica a fondo la radiación de cargas relativistas, incluyendo bremsstrahlung, radiación de Cherenkov y se particulariza el estudio al caso concreto de un acelerador lineal y de un sincrotrón. Se estudian el espectro y otras características de la radiación de sincrotrón.

El objetivo de la primera parte es que el alumno adquiera una visión estructurada y unificada de la Electrodinámica Clásica así como capacitarlo para entender con más profundidad temas avanzados como la Teoría Cuántica de la Radiación. El objetivo de la segunda parte es darle una visión general pero relativamente profunda de las cuestiones teóricas y de algunos aspectos más aplicados acerca de la radiación de partículas relativistas : aceleradores lineales, fuentes de luz de sincrotrón y sus posibilidades de aplicaciones experimentales.

## Competencias

- Aplicar los principios fundamentales al estudio cualitativo y cuantitativo de las diferentes áreas particulares de la física.
- Comunicar eficazmente información compleja de forma clara y concisa, ya sea oralmente, por escrito o mediante TIC, y en presencia de público, tanto a audiencias especializadas como generales.
- Conocer las bases de algunos temas avanzados, incluyendo desarrollos actuales en la frontera de la Física, sobre los que poder formarse posteriormente con mayor profundidad.
- Conocer y comprender los fundamentos de las principales áreas de la física.
- Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis que permita adquirir conocimientos y habilidades en campos distintos al de la Física y aplicar a los mismos las competencias propias del Grado en Física, aportando propuestas innovadoras y competitivas.
- Formular y abordar problemas físicos identificando los principios más relevantes y usando aproximaciones, si fuera necesario, para llegar a una solución que debe ser presentada explicitando hipótesis y aproximaciones.
- Introducir cambios en los métodos y los procesos del ámbito de conocimiento para dar respuestas innovadoras a las necesidades y demandas de la sociedad.
- Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
- Trabajar autónomamente, usar la propia iniciativa, ser capaz de organizarse para alcanzar unos resultados, planear y ejecutar un proyecto.
- Trabajar en grupo, asumiendo responsabilidades compartidas e interaccionando profesional y constructivamente con otros con absoluto respeto a sus derechos.
- Usar las matemáticas para describir el mundo físico, seleccionando las herramientas apropiadas, construyendo modelos adecuados, interpretando resultados y comparando críticamente con la experimentación y la observación.

## Resultados de aprendizaje

1. Calcular cantidades conservadas a partir de lagrangianos con campos relativistas escalares y vectoriales.
2. Calcular la potencia radiada por partículas relativistas aceleradas.
3. Comunicar eficazmente información compleja de forma clara y concisa, ya sea oralmente, por escrito o mediante TIC, y en presencia de público, tanto a audiencias especializadas como generales.
4. Describir el efecto de los campos en el movimiento de las cargas.
5. Describir la forma en que las ecuaciones de Maxwell se obtienen a partir de primeros principios como la relatividad y el principio de mínima acción.
6. Describir la producción de radiación mediante partículas relativistas.
7. Describir la trascendencia de la invariancia gauge en la electrodinámica.
8. Discernir entre las hipótesis implícitas al problema tratado y las consecuencias de eliminarlas y por tanto, aprender a generalizar la solución.
9. Identificar situaciones que necesitan un cambio o mejora.
10. Ilustrar la aplicabilidad de la metodología desarrollada, en otros campos científicos.
11. Manipular y resolver ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.
12. Obtener las ecuaciones de movimiento y la evolución de partículas relativistas en interacción.
13. Plantear y resolver la ecuación de movimiento de una carga en el seno de algunos campos electromagnéticos sencillos.
14. Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
15. Reconocer la trascendencia de la invariancia gauge en la formulación del modelo estándar de las interacciones fundamentales.
16. Reconocer los fundamentos teóricos sobre los que se sustenta el funcionamiento de aceleradores de partículas y la producción de radiación.
17. Reconocer los fundamentos teóricos sobre los que se sustenta la teoría cuántica de la radiación.
18. Trabajar autónomamente, usar la propia iniciativa, ser capaz de organizarse para alcanzar unos resultados, planear y ejecutar un proyecto.
19. Trabajar en grupo, asumiendo responsabilidades compartidas e interaccionando profesional y constructivamente con otros con absoluto respeto a sus derechos.
20. Utilizar correctamente el álgebra lineal y tensorial en espacios no euclídeos.
21. Utilizar de la teoría de grupos en la descripción de las simetrías.

22. Utilizar métodos aproximados para desacoplar la evolución de sistemas complejos en partes más simples.

## Contenido

Relatividad especial (notación covariante). Formulación lagrangiana y hamiltoniana de la Electrodinámica Clásica. Lagrangiano de interacción. Cargas en Campos electromagnéticos. Invariancia gauge. Lagrangiano del campo libre. Ecuaciones de Maxwell en forma covariante y vectorial. Tensor energía-impulso. Simetrías y Leyes de conservación. Vector de Poynting.

Potenciales de Liénart-Wiechert. Aspectos generales de la radiación de partículas relativistas. Fórmula de Larmor y su generalización relativista. Bremsstrahlung. Radiación de Cherenkov. Aceleradores lineales. Radiación de Sincrotrón. Características generales de la radiación de sincrotrón. Distribución angular. Espectro de la radiación de sincrotrón. Polarización de la radiación. Distribución espectral integrada.

## Metodología

Clases de teoría y de problemas de los temas del programa. Dos entregas de problemas incluidas en la calificación en caso de mejora.

Está previsto por la Facultad de Ciencias y la Coordinación del Grado de Física para el curso 2021-22 que la docencia sea presencial en todas las asignaturas optativas de cuarto curso.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

## Actividades

| Título                          | Horas | ECTS | Resultados de aprendizaje                                              |
|---------------------------------|-------|------|------------------------------------------------------------------------|
| Tipo: Dirigidas                 |       |      |                                                                        |
| Clases de Teoría y de Problemas | 49    | 1,96 | 2, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 15, 18, 20, 21, 22 |
| Tipo: Autónomas                 |       |      |                                                                        |
| Trabajo individual              | 92    | 3,68 | 2, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 15, 20, 21, 22         |

## Evaluación

Dos exámenes (con una parte de teoría y una de problemas) y dos entregas de ejercicios. Cada examen vale el 50% de la nota final (40% si se resuelve la entrega de ejercicios correspondiente de forma satisfactoria). Se hará promedio si la nota de cada parcial más la entrega correspondiente no es inferior a 3.5 (sobre 10). Recuperación de los exámenes no superados. Las entregas no cuentan en la recuperación.

Para participar en la recuperación hay que presentarse previamente a los dos parciales. No hay calificación mínima para poder presentarse a la recuperación.

## Actividades de evaluación

| Título               | Peso | Horas | ECTS | Resultados de aprendizaje                   |
|----------------------|------|-------|------|---------------------------------------------|
| Entrega de Problemas | 20%  | 0     | 0    | 2, 1, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 17, 15, 18, 19, 22 |

|                 |        |   |      |                                                                        |
|-----------------|--------|---|------|------------------------------------------------------------------------|
| Examen final    | 100%   | 3 | 0,12 | 1, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 20, 21                           |
| Primer parcial  | 40-50% | 3 | 0,12 | 2, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 15, 18, 20, 21, 22 |
| Segundo parcial | 40-50% | 3 | 0,12 | 2, 1, 3, 4, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 15, 18, 22               |

## Bibliografía

J.D. Jackson, Electrodinámica Clásica Ed. Alhambra, 1980.

L.D. Landau E.M. Lifshitz, Teoría Clásica de Campos Ed. Reverté (Curso de física teórica, vol.2), 1981.

J. Costa Quintana, F. López aguilar, Interacción Electromagnética. Teoría Clásica. Reverté, 2007.

E. Bagan, Notes d'Electrodinàmica clàssica, UAB (serie Materials, Num. 47) 1998.

J. Llosa, A. Molina, Relativitat Especial amb aplicacions a l'electrodinamica clàssica. Publicacions i Edicions Universitat de Barcelona, 2004.

P.J. Duke, Synchrotron Radiation : Production and properties. OUP Oxford (Series on Synchrotron Radiation), 2008.

E. Bagan, Problemes d' Electrodinàmica clàssica, UAB (serie Materials, Num 51) 1998.

## Software

Esta asignatura no utiliza ningún programario en particular.