

21-22

GRADO EN FÍSICA  
PRIMER CURSO

# GUÍA DE ESTUDIO COMPLETA



## FUNDAMENTOS DE FÍSICA II

CÓDIGO 61041065

UNED

21-22

FUNDAMENTOS DE FÍSICA II

CÓDIGO 61041065

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
PLAN DE TRABAJO  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA  
GLOSARIO

Nombre de la asignatura	FUNDAMENTOS DE FÍSICA II
Código	61041065
Curso académico	2021/2022
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL
Título en que se imparte	GRADO EN FÍSICA
Curso	PRIMER CURSO
Periodo	SEMESTRE 2
Tipo	FORMACIÓN BÁSICA
Nº ETCS	6
Horas	150.0
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

En el Grado en Física, la “*materia principal*” Fundamentos de Física, con 18 créditos ECTS, se concreta en tres asignaturas, dos básicas y otra obligatoria, con la siguiente ubicación temporal:

- Fundamentos de Física I (6 ECTS), básica, 1º curso, 1er semestre.
- Fundamentos de Física II (6 ECTS), básica, 1º curso, 2º semestre.
- Fundamentos de Física III (6 ECTS), obligatoria, 2º curso, 1er semestre.

La asignatura **Fundamentos de Física II** es, pues, una asignatura de carácter básico dirigida a los estudiantes del primer curso del Grado en Física que ya han seguido la asignatura de Fundamentos de Física I. Tiene asignados 6 ECTS y se imparte durante el segundo semestre del curso académico. Ambas, *Fundamentos de Física I* y *II*, son asignaturas clave en los estudios del Grado ya que encauzan el interés de los alumnos por los estudios que se desarrollarán posteriormente, y deben enlazar los conocimientos que se han adquirido en etapas anteriores y los que habrán de asimilarse más adelante en el Grado. Con esa idea básica, en esta asignatura se pretende un objetivo fundamental: desarrollar en el estudiante la intuición en el estudio, observación e interpretación de los fenómenos físicos y motivarle para continuar y profundizar en ellos.

La asignatura se centra en que los estudiantes adquieran conocimientos y destrezas básicos relacionados con las dos partes de la asignatura, que engloban el Electromagnetismo y la Óptica. Anteriormente, en la asignatura Fundamentos de Física I, se habrá estudiado las bases de otras partes de la física, como la Mecánica y la Termodinámica, mientras que las bases de la llamada Física Moderna (relatividad especial, la física cuántica, partículas elementales y cosmología) se estudiarán en Fundamentos de Física III.

Más en concreto, se espera que el estudiante empiece a tener una buena comprensión de las teorías físicas más importantes, de su estructura lógica y matemática, de su soporte experimental y los fenómenos que describen, etc. Uno de los intereses de esta asignatura es incentivar en el estudiante la intuición en el estudio, la observación e interpretación de los fenómenos físicos así como servir de acicate para continuar y profundizar en ellos. La asignatura ayudará al estudiante a asentar la capacidad de aprender a combinar diferentes aproximaciones a través de teorías pertenecientes a áreas diferentes, así como a ser capaz de identificar las analogías en la formulación matemática de distintos problemas físicamente, permitiendo así usar soluciones ya conocidas.

Además, y dentro de las competencias que el estudiante debe aprender durante sus estudios de Grado, la asignatura contribuirá a la adquisición de algunas capacidades básicas:

- ser capaz de realizar un aprendizaje autónomo y de tener la habilidad de gestionar eficazmente su tiempo, así como de utilizar la información para la actualización de sus conocimientos.
- ser capaz de análisis y síntesis, sentando las bases de un razonamiento crítico.
- el análisis de las aproximaciones necesarias para llegar a una representación simplificada del sistema físico por medio de un modelo,
- la resolución de las ecuaciones pertinentes y la discusión crítica de los resultados obtenidos.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Si bien el nivel de entrada de los estudiantes que se proponen realizar un grado en la UNED es en general muy heterogéneo (hay estudiantes que inician sus estudios universitarios con este grado, otros estudiantes ya han cursado previamente estudios universitarios), es deseable que tengan un nivel de preparación y comprensión de la Física básica al menos similar al que se alcanza en las Enseñanzas medias (Bachillerato, Curso de Acceso Directo a la Universidad, etc.).

Por consiguiente, los conocimientos previos recomendables corresponden al nivel de un título de Bachiller, cursado en la modalidad de Ciencias y Tecnología.

En el caso de que haya transcurrido un periodo de tiempo grande entre los últimos estudios realizados y su ingreso en la UNED se recomienda que realice el **Curso cero de Física en UNED Abierta** (<https://iedra.uned.es/courses/course-v1:UNED+Curso0Fisica+2021/about>).

Finalmente, se suponen conocidos los contenidos de la asignatura *Fundamentos de Física I* del Grado en Física.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

JULIO JUAN FERNANDEZ SANCHEZ (Coordinador de asignatura)  
jjfernandez@fisfun.uned.es  
91398-7142  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICA FUNDAMENTAL

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

JAVIER RODRIGUEZ LAGUNA  
jrlaguna@fisfun.uned.es  
91398-7143  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICA FUNDAMENTAL

Nombre y Apellidos	MARIA BEGOÑA MULA MARTÍN
Correo Electrónico	bmula@ccia.uned.es
Teléfono	
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL
Nombre y Apellidos	JOSE ESPAÑOL GARRIGOS
Correo Electrónico	pep@fisfun.uned.es
Teléfono	91398-7133
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

**Curso Virtual:** La asignatura se imparte virtualizada, de modo que los alumnos tienen la posibilidad de entrar en cualquier momento en el Curso virtual y plantear sus consultas al equipo docente a través de los foros. En el curso virtual se ofrecen *Foros de debate* (que tiene como objetivo de ayudar a generar debate entre los estudiantes acerca de conceptos o aplicaciones y, como consecuencia, mejorar el aprendizaje) y herramientas de comunicación para que los estudiantes pueden comunicarse con el Equipo Docente.

El estudiante puede también contactar por correo electrónico con el equipo docente.

### **Horarios de tutoría para cualquier consulta personal o telefónica.**

Por otra parte, el estudiante también podrá utilizar el teléfono o la visita personal en el horario previsto a tales fines. Para cualquier consulta personal o telefónica, los datos de contacto son:

**–Dr. D. Julio Juan Fernández Sánchez** [jjfernandez@fisfun.uned.es](mailto:jjfernandez@fisfun.uned.es)

Tel.: 91 398 71 42.

Miércoles, excepto en vacaciones académicas, de 10:00 a 12:00 h y de 16:00 a 18:00 h. (en caso de que el miércoles sea día festivo, la guardia se realizará el siguiente día lectivo).

Departamento de Física Fundamental. **Despacho 2.01** Biblioteca Central UNED (Senda del Rey 5, 28040 Madrid)

**–Dr. D. Javier Rodríguez Laguna** [jrlaguna@fisfun.uned.es](mailto:jrlaguna@fisfun.uned.es)

Tel.: 91 398 71 43.

Miércoles, excepto en vacaciones académicas, de 16:00 a 20:00 h. (en caso de que el miércoles sea día festivo, la guardia se realizará el siguiente día lectivo).

Departamento de Física Fundamental. **Despacho 2.01** Biblioteca Central UNED (Senda del Rey 5, 28040 Madrid)

**–Dr. D. Pep Español Garrigós** [pep@fisfun.uned.es](mailto:pep@fisfun.uned.es)

Tel.: 91 398 71 33.

Miércoles, de 11:00 a 13:00h y de 15:00 a 17:00h. (en caso de que el miércoles sea día festivo, la guardia se realizará el siguiente día lectivo).

Departamento de Física Fundamental. **Despacho 2.01** Biblioteca Central UNED (Senda del Rey 5, 28040 Madrid)

Dirección: c/ Paseo Senda del Rey 5. Madrid 28040.

(la Biblioteca central de la UNED está situada junto al río Manzanares, y al llamado *Puente*

*de los Franceses).*

## TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS

En el enlace que aparece a continuación se muestran los centros asociados y extensiones en las que se imparten tutorías de la asignatura. Estas pueden ser:

- Tutorías de centro o presenciales:** se puede asistir físicamente en un aula o despacho del centro asociado.

- Tutorías campus/intercampus:** se puede acceder vía internet.

Consultar horarios de tutorización de la asignatura 61041065

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### Competencias específicas

**CE01** Tener una buena comprensión de las teorías físicas más importantes: su estructura lógica y matemática, su soporte experimental y los fenómenos que describen; en especial, tener un buen conocimiento de los fundamentos de la física moderna.

**CE02** Saber combinar los diferentes modos de aproximación a un mismo fenómeno u objeto de estudio a través de teorías pertenecientes a áreas diferentes.

**CE03** Tener una idea de cómo surgieron las ideas y los descubrimientos físicos más importantes, cómo han evolucionado y cómo han influido en el pensamiento y en el entorno natural y social de las personas.

**CE04** Ser capaz de identificar las analogías en la formulación matemática de problemas físicamente diferentes, permitiendo así el uso de soluciones conocidas en nuevos problemas.

**CE05** Ser capaz de entender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados, y de realizar cálculos de forma independiente, incluyendo cálculos numéricos que requieran el uso de un ordenador y el desarrollo de programas de software.

**CE06** Ser capaz de identificar los principios físicos esenciales que intervienen en un fenómeno y hacer un modelo matemático del mismo; ser capaz de hacer estimaciones de órdenes de magnitud y, en consecuencia, hacer aproximaciones razonables que permitan simplificar el modelo sin perder los aspectos esenciales del mismo.

**CE09** Adquirir una comprensión de la naturaleza y de los modos de la investigación física y de cómo ésta es aplicable a muchos campos no pertenecientes a la física, tanto para la comprensión de los fenómenos como para el diseño de experimentos para poner a prueba las soluciones o las mejoras propuestas.

**CE11** Ser capaz de trabajar con un alto grado de autonomía y de entrar en nuevos campos de la especialidad a través de estudios independientes.

### Competencias genéricas del Grado

**CG01** Capacidad de análisis y síntesis

**CG02** Capacidad de organización y planificación

- CG03** Comunicación oral y escrita en la lengua nativa
- CG05** Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio
- CG06** Capacidad de gestión de información
- CG07** Resolución de problemas
- CG08** Trabajo en equipo
- CG09** Razonamiento crítico
- CG10** Aprendizaje autónomo
- CG11** Adaptación a nuevas situaciones

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Tras cursar esta asignatura, los estudiantes tendrán los conocimientos básicos para iniciarse en el estudio, la observación e interpretación de aquellos fenómenos físicos relacionados con sus contenidos, lo que debe motivarles para continuar y profundizar en ellos.

Específicamente, los resultados de aprendizaje concretos proyectados en esta asignatura Fundamentos de Física II son los siguientes:

- Conocer la idea de carga eléctrica y su cuantificación en cargas elementales.
- Conocer la ley de Coulomb entre cargas puntuales.
- Conocer el concepto de campo y de potencial eléctrico.
- Entender la ley de Gauss y aplicarla a sistemas con simetría sencilla.
- Conocer la ley de Ohm y la ley de Joule para la corriente eléctrica.
- Conocer la diferencia entre materiales dieléctricos y conductores.
- Conocer la relación entre diferencia de potencial e intensidad en un circuito RC.
- Conocer la fuerza que ejerce un campo magnético sobre una carga en movimiento.
- Conocer el campo magnético creado por una corriente eléctrica.
- Conocer el teorema de Ampere y aplicarlos en casos con simetrías sencillas.
- Entender las propiedades magnéticas de la materia a partir de su constitución microscópica.
- Conocer el concepto de susceptibilidad magnética y sus órdenes de magnitud para diferentes materiales.
- Conocer la idea de inducción mutua y autoinducción.
- Conocer la ecuación general para un circuito RLC
- Entender el concepto de corriente de desplazamiento.
- Entender las ecuaciones de Maxwell en forma integral.
- Conocer el concepto de onda electromagnética como solución de las ecuaciones de Maxwell.
- Conocer el comportamiento de los vectores campo eléctrico y campo magnético en una onda plana.
- Conocer los fenómenos luminosos más importantes en la Naturaleza.
- Entender la naturaleza de la luz como onda electromagnética



- Conocer las leyes de reflexión y refracción.
- Conocer los diferentes tipos de polarización de la luz.
- Conocer la idea de índice de refracción de un medio material, y su relación con la dispersión y absorción de luz.
- Conocer las propiedades ópticas de espejos y lentes.
- Entender los conceptos de interferencia y difracción.

## CONTENIDOS

### Campo electrostático y potencial electrostático

#### Parte I: El campo eléctrico

##### **Orientaciones sobre los contenidos de los temas**

Algunas de las partículas constituyentes de la materia tienen carga eléctrica: ese es el origen de las fuerzas electrostáticas. La fuerza electrostática entre dos cargas es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Por lo tanto: a) es una fuerza central; b) puede obtenerse por derivación a partir de un potencial.

Tenemos por consiguiente un campo vectorial (el campo de fuerzas electrostáticas) y un campo escalar (el potencial electrostático). Entre ambos existen las relaciones que ya se vieron en la asignatura de Fundamentos de Física I. Por otra parte, los campos escalares se suman escalarmente y los campos vectoriales se suman vectorialmente. Así los campos escalares y vectoriales debidos a una distribución de cargas son la suma de los campos escalar y vectorial producidos por cada carga.

Sin embargo, en muchas ocasiones hay una forma más sencilla de obtener el campo creado por una distribución de cargas. En efecto, una consecuencia del hecho de que la fuerza entre dos cargas puntuales sea inversamente proporcional a la distancia es el **teorema de Gauss**, que liga el flujo del campo a través de una superficie cerrada imaginaria con la carga total encerrada por dicha superficie. En situaciones muy simples podemos elegir superficies tales que el campo vectorial tenga la misma intensidad en todos sus puntos, y el flujo del campo se reduce al producto de dicha intensidad por el área de la superficie.

La distribución y el tipo de cargas eléctricas (libres o ligadas) en un cuerpo determinan sus propiedades eléctricas. De acuerdo con esto, los medios materiales se dividen en dieléctricos (donde las cargas están ligadas) y conductores (cuyas cargas pueden moverse libremente). La respuesta o el comportamiento de un cuerpo en el seno de un campo eléctrico externo depende de este carácter. Así los campos eléctricos no pueden



penetrar en un medio conductor en equilibrio. Por el contrario, en un medio dieléctrico las cargas ligadas se polarizan y dan lugar a un campo interno de sentido contrario al campo externo. Esta propiedad de los dieléctricos hace posible almacenar grandes cantidades de carga eléctrica en placas conductoras separadas por un dieléctrico, mientras se mantiene un campo eléctrico entre las mismas: esta combinación de un material dieléctrico situado entre dos conductores constituye un condensador.

Las cargas eléctricas que se mueven libremente dentro de un conductor pueden dar lugar, bajo la acción de un campo, a una **corriente eléctrica**. Lo que mueve a estas cargas es un campo eléctrico externo, que realiza un trabajo sobre las mismas. Por lo tanto, las cargas en movimiento tienden a ganar energía cinética. Sin embargo, el movimiento de las cargas se ve dificultado por las características del medio, lo que da lugar a una fuerza de rozamiento, similar a las fuerzas viscosas. Por consiguiente, esta fuerza de rozamiento tiende a reducir la energía cinética de las cargas. Se llega así a una velocidad límite (como se estudio en Fundamentos de Física I) que determina la intensidad de corriente en el medio. Esta intensidad es proporcional a la diferencia de potencial aplicada entre los extremos, lo que constituye la ley de Ohm. Asimismo, la resistencia del medio da lugar a una disipación de la energía en forma de calor, el efecto Joule. Las cargas eléctricas libres se conservan, es decir, su número no varía. Por lo tanto, cuando un conductor por el que circulan corriente eléctrica se bifurca, una parte de la corriente va por una rama de la bifurcación y la parte restante va por la otra rama. La proporción de corriente que va por una o por otra rama depende de la resistencia relativa entre ambas ramas. Lo mismo sucede cuando un conductor se divide en varias ramas. La intensidad de corriente que circula por cada una se obtiene a partir de unas ecuaciones que constituyen las **leyes de Kirchhoff**, que no son otra cosa que la combinación de la ley de Ohm en cada rama y la conservación de la carga eléctrica total.

Si la corriente eléctrica se mueve siempre en el mismo sentido la corriente se llama continua. Las cargas eléctricas se mueven por la existencia de un campo eléctrico externo, pero para que el flujo de carga se mantenga en un circuito hace falta un generador de corriente en un extremo del mismo. El mecanismo de generación puede ser de carácter químico y entonces tenemos una pila voltaica.

#### Resultados de aprendizaje

Una vez realizadas las actividades previstas en esta primera parte, los estudiantes deben:

- Conocer la idea de carga eléctrica y su cuantificación en cargas elementales.
- Conocer la ley de Coulomb entre cargas puntuales.
- Conocer el concepto de campo y de potencial eléctrico, y la relación entre ambos.
- Entender la ley de Gauss y aplicarla a sistemas con simetría sencilla.

- Conocer la ley de Ohm y la ley de Joule para la corriente eléctrica.
- Conocer la diferencia entre materiales dieléctricos y conductores.
- Conocer la relación entre diferencia de potencial e intensidad en un circuito RC.

#### Contextualización

Los contenidos de esta parte son una profundización de las ideas que ya se han estudiado en el Bachillerato. Constituyen, por tanto, un reforzamiento de los conceptos básicos en el desarrollo del resto de los contenidos de la asignatura, y de muchos otros en los estudios que se desarrollarán en el Grado.

---

---

#### **TEMA 1. Campo eléctrico.**

Carga eléctrica. Ley de Coulomb y el campo electrostático. Cálculo del campo electrostático. Movimiento de partículas cargadas en campos eléctricos. Flujo eléctrico. Ley de Gauss y aplicaciones. Propiedades electrostáticas de los conductores.

---

---

#### Potencial eléctrico

#### **TEMA 2. Potencial eléctrico.**

Energía potencial electrostática. Potencial electrostático. El campo electrostático y el potencial. Superficies equipotenciales. Condensadores y capacidad. Condensadores en serie y en paralelo. Energía electrostática de un condensador. Propiedades electrostáticas de los aislantes.

---

---

#### Corriente eléctrica

#### **TEMA 3. Corriente eléctrica.**

Circuitos de corriente continua. Corriente y resistencia eléctricas. Ley de Ohm. Resistencias en serie y en paralelo. Energía y corriente en circuitos de corriente continua. Fuerza electromotriz. Reglas de Kirchhoff. Circuitos RC.

---

---

## Fuerzas y campos magnéticos

### Parte II: El campo magnético y electromagnético

#### Orientaciones sobre los contenidos de los temas

**Una corriente eléctrica produce un campo magnético.** Éste se manifiesta porque ejerce una fuerza sobre una carga eléctrica en movimiento. Esta fuerza es: (a) perpendicular a la dirección de movimiento de la carga; (b) proporcional a la velocidad de la misma. Como consecuencia de (a) la fuerza magnética no realiza trabajo sobre la carga y no cambia la energía cinética de ésta. Como consecuencia de (b) entre dos conductores por los que circulan corrientes eléctricas aparecerá una fuerza.

Una vez más, el campo producido por varias corrientes es la suma vectorial de los campos producidos por cada una por separado. Pero una vez más, hay un método que en muchas ocasiones permite acortar los cálculos, y es el **teorema de Ampere**. Este afirma que la “circulación del campo magnético a lo largo de una curva cerrada es proporcional a la intensidad de corriente total que atraviesa una superficie limitada por dicha curva. En situaciones sencillas podemos encontrar una curva a lo largo de la cual el campo tenga la misma intensidad y así la circulación total es simplemente la intensidad del campo multiplicada por la longitud de la curva.

Dentro de los medios materiales hay minúsculas espiras de corriente, que dan lugar a campos magnéticos internos. A su vez, el comportamiento de estas minúsculas espiras en un campo externo da lugar a las propiedades magnéticas del medio. Así, en función de su constitución interna los medios se dividen en paramagnéticos, diamagnéticos y ferromagnéticos. El ferromagnetismo es especialmente importante: en un material ferromagnético todas las espiras internas están alineadas y producen un campo magnético intenso.

Puesto que **un campo magnético produce una fuerza sobre una carga en movimiento**, producirá una fuerza sobre un conductor en movimiento en el que existen cargas libres. En un conductor cerrado puede darse el caso de que las fuerzas sobre las cargas se sumen dando lugar a una fuerza electromotriz que produce corriente en el circuito. Puede demostrarse entonces que el valor de dicha fuerza electromotriz es igual a la variación temporal del flujo del campo magnético a través de una superficie limitada por el circuito: ésta es la ley de Lenz. La variación del flujo puede ser debida a una variación del campo, a una variación del área o a ambas cosas.

Podemos aprovechar este efecto para generar una fuerza electromotriz variable y, con ello,

una corriente alterna. Asimismo, variando la corriente que circula por un circuito, variamos el campo magnético creado por éste y, con ello, podemos inducir una fuerza electromotriz en un segundo circuito, lo que constituye el fenómeno de **inducción mutua**. Podemos crear así una corriente en un circuito sin tener contacto físico con él.

Un fenómeno importante es el de autoinducción. Ahora la variación de corriente en un circuito altera el flujo del campo magnético que atraviesa el propio circuito y crea una fuerza electromotriz autoinducida que se opone a la variación inicial de la intensidad. La autoinducción en un circuito tiene así un sentido similar al de la inercia en mecánica: la autoinducción se opone a las variaciones de la intensidad.

Podemos establecer entonces una analogía entre un oscilador armónico amortiguado y un circuito de corriente en el que haya condensadores, resistencias y autoinducciones. La autoinducción juega el papel de la masa, la resistencia juega el papel de amortiguador y el condensador juega el papel de la constante  $k$  que determina el periodo natural de oscilación. La ecuación para el valor de la intensidad en un circuito RLC es idéntica a la ecuación para el movimiento de un oscilador armónico forzado.

De la misma forma que un campo magnético variable da lugar a una fuerza electromotriz inducida, **un campo eléctrico variable da lugar a un campo magnético**. Los campos eléctrico y magnético variables están así inextricablemente unidos y en conjunto constituyen un campo electromagnético. El campo electromagnético se propaga en forma de ondas, cuya velocidad está relacionada con las propiedades eléctricas y magnéticas del medio en que se propagan. En particular, las ondas electromagnéticas se propagan en el vacío a una velocidad constante que no depende de la frecuencia. Estas ondas son transversales y se pueden polarizar. Asimismo, transmiten momento y energía.

Aunque todas las ondas electromagnéticas son idénticas en su naturaleza, se suelen clasificar de acuerdo con sus frecuencias, puesto que dan lugar a efectos diferentes lo que motiva que se usen en aplicaciones muy distintas. Especialmente relevante es la luz visible, que consiste en aquellas ondas electromagnéticas de tal rango de frecuencia que son capaces de excitar las células de la retina.

Resultados de aprendizaje

Una vez realizadas las actividades previstas en esta parte, los estudiantes deberán:

- Conocer la fuerza que ejerce un campo magnético sobre una carga en movimiento.
- Conocer el campo magnético creado por una corriente eléctrica.
- Conocer el teorema de Ampere y aplicarlos en casos con simetrías sencillas.
- Entender las propiedades magnéticas de la materia a partir de su constitución microscópica.
- Conocer la susceptibilidad magnética y sus órdenes de magnitud para diferentes

materiales.

- Conocer la idea de inducción mutua y autoinducción.
- Conocer la ecuación general para un circuito RLC
- Entender el concepto de corriente de desplazamiento.
- Entender las ecuaciones de Maxwell en forma integral.
- Conocer el concepto de onda electromagnética como solución de las ecuaciones de Maxwell.
- Conocer el comportamiento de los vectores campo eléctrico y campo magnético en una onda plana.
- Conocerán los distintos tipos de radiación electromagnética (el espectro de la radiación) y sus efectos.

#### Contextualización

Aunque en conjunto el número de cargas positivas y el de cargas negativas es el mismo, es habitual que los números de cargas positivas y negativas en un cuerpo dado estén compensados. En consecuencia, los campos eléctricos, más o menos intensos, llenan el medio ambiente. Muchas fuerzas en la naturaleza son en última instancia de origen eléctrico, como por ejemplo la propagación de las señales nerviosas (que es un fenómeno de transferencia de cargas eléctricas) o las tormentas (que son una consecuencia de la presencia de cargas eléctricas en la atmósfera).

Asimismo, los campos magnéticos son ubicuos y de enorme importancia. En particular, el campo magnético terrestre reduce enormemente el flujo de rayos cósmicos que llegan a la Tierra, que de lo contrario serían un peligro para la vida.

Finalmente, es difícil exagerar la importancia de los campos y las ondas electromagnéticas: la luz es una onda electromagnética. Existimos gracias a la radiación solar, que está formada por ondas electromagnéticas. Por otra parte, las radiaciones electromagnéticas también pueden tener efectos negativos, como en el caso de las radiaciones ionizantes, que pueden causar graves daños. Las aplicaciones técnicas que se han obtenido con sus propiedades son innumerables.

---

#### TEMA 4. Fuerzas y campos magnéticos.

El campo magnético. Fuerza sobre un conductor por el que pasa una corriente. Movimiento de cargas en campos electromagnéticos. Ley de Biot-Savart. Ley de Ampere y aplicaciones. Fuerzas entre corrientes. Flujo magnético y ley de Gauss para el magnetismo. Campos magnéticos en la materia. Magnetización. Intensidad magnética. Diamagnetismo, paramagnetismo y ferromagnetismo.

---

---

## Inducción electromagnética

### **TEMA 5. Inducción electromagnética.**

Circuitos de corriente alterna. Fuerza electromotriz inducida. Leyes de Lenz y Faraday. Campos eléctricos inducidos. Inductancia. Energía magnética. Circuitos RL, LC y RLC. Impedancia. Generadores, alternadores y transformadores.

---

---

## Ondas electromagnéticas

### **TEMA 6. Ondas electromagnéticas**

Corriente de desplazamiento de Maxwell. Ecuaciones de Maxwell. El espectro electromagnético. Producción de ondas electromagnéticas. Energía y momento de una onda electromagnética. La ecuación de ondas para las ondas electromagnéticas.

---

---

## Propiedades de la luz

### **Parte III: Óptica**

#### **Orientaciones sobre los contenidos de los temas**

Como ya se ha comentado, dentro de las ondas electromagnéticas son de especial relevancia las que forman el espectro de la luz visible, que recoge las frecuencias que son capaces de excitar las células de la retina (entre los 400 y los 700 nm) y que está acotado por las radiaciones ultravioleta (con longitudes de onda más cortas) y la infrarroja (con longitudes de onda más larga). El estudio de la óptica que haremos empezará con la medición de la velocidad de la luz, y la descripción de cómo se propaga, se dispersa, se refleja, se refracta y se polariza.

En cuanto a la propagación, se presentarán los principios sobre los que, antes de que se desarrollara la teoría de las ondas electromagnéticas por Maxwell, se comprendía cómo la luz se propagaba.

Sin entrar en el detalle de cómo se producen la reflexión y la refracción, se describen las

leyes que regulan sus propiedades.

En general, las ondas electromagnéticas emitidas por un cuerpo se generan como radiación emitida por un número enorme de átomos, que se comportan de manera prácticamente independiente. Por esa razón no están polarizadas (esto es, el campo eléctrico variable no permanece perpendicular a la dirección de propagación de la onda electromagnética), pero es posible polarizarlas para estudiar sus propiedades asociadas. Cuando la longitud de onda de la luz es mucho más pequeña que el tamaño de obstáculos y aberturas con los que se encuentra, que es el caso más habitual para los objetos cotidianos, se pueden despreciar los efectos de la difracción (la desviación de la luz por los bordes de los objetos) y podemos describir el movimiento de la luz como ondas que se propagan en línea recta. Eso permite el estudio directo de la formación de imágenes en espejos y lentes, aplicando solamente las leyes de la reflexión y de la refracción.

Finalmente, y retomando alguno de los conceptos ya tratados en Fundamentos de Física I, el estudio de la **interferencia y la difracción de las ondas** nos adentra en el conocimiento de los diagramas de interferencia y de difracción de una o varias rendijas, así como entender la resolución de los instrumentos ópticos.

#### Resultados de aprendizaje

Una vez realizadas las actividades previstas en esta parte, los estudiantes deberán:

- Conocer los fenómenos luminosos más importantes en la Naturaleza.
- Entender la naturaleza de la luz como onda electromagnética.
- Conocer las leyes de reflexión y refracción.
- Conocer los diferentes tipos de polarización de la luz.
- Conocer la idea de índice de refracción de un medio material, y su relación con la dispersión y absorción de luz.
- Conocer las propiedades ópticas de espejos y lentes.
- Entender los conceptos de interferencia y difracción de la luz.

#### Contextualización

El interés del hombre por los fenómenos ópticos viene de la lejana antigüedad. De hecho, la historia de la evolución de cómo el conocimiento humano se ha acercado a comprender el fenómeno de la luz, su esencia misma, es prácticamente un resumen de la historia de la ciencia.

Por otra parte, es de sobra conocida la importancia de los instrumentos ópticos en la vida cotidiana actual, desde la lente o lupa más sencilla al microscopio o al láser. En los campos de nuestra actividad que se vean afectados por la tecnología, la óptica suele formar



una parte básica de la misma. Por esa razón, la relevancia de los fenómenos ópticos y de la tecnología asociada a los mismos es incuestionable, y esta tercera parte del temario de la asignatura pone las primeras bases para su estudio.

---

---

### **TEMA 7. Propiedades de la luz.**

Fuentes luminosas. La velocidad de la luz. Propagación de la luz: principios de Huygens y Fermat. Reflexión y refracción. Polarización. Espejos y lentes. Instrumentos ópticos.

---

---

### **Difracción e interferencia**

### **TEMA 8. Interferencia y difracción**

Diferencia de fase y coherencia. Interferencia en películas delgadas. Diagrama de interferencia de dos rendijas. Diagrama de difracción de una rendija. Difracción de Fraunhofer y de Fresnel. Difracción y resolución.

---

## **METODOLOGÍA**

El curso consta de seis ECTS, equivalentes a 150 horas de trabajo. Para la realización de todas las actividades que constituyen el estudio de la asignatura, el estudiante deberá organizar y distribuir su tiempo de forma personal y autónoma, adecuada a sus necesidades. Es recomendable que del tiempo total necesario para la asignatura se dedique, al menos el 70%, al estudio de los contenidos del programa y la realización de ejercicios y problemas, reservando el resto para la lectura de las instrucciones y guía didáctica, actividades complementarias, asistencia a tutorías...

La docencia de la asignatura se desarrolla de acuerdo a la metodología de la enseñanza a distancia característica de la UNED, en la que el trabajo autónomo personal y continuado del estudiante es muy importante.

Este estudio autónomo se verá apoyado por el curso virtual de la asignatura, en el que se ofrecen:

–los *Foros de debate* por cada uno de los temas, con intención de ayudar a generar debate entre los estudiantes acerca de conceptos o aplicaciones y, como consecuencia, mejorar el aprendizaje.

Al plantear preguntas en los foros (dudas de teoría, ejercicios, problemas, etc.), tanto las dudas como las respuestas pueden ser también útiles para el resto de los estudiantes. Se

pretende que en esos foros se inicien debates planteando dudas o preguntas libremente, pero siempre proponiendo una respuesta meditada al respecto, aunque sea equivocada, indicando por qué no se tiene seguridad sobre la misma. Se fomentará que sea la propia discusión entre los alumnos la que ayude a clarificar las dudas sobre los conceptos de cada tema.

–herramientas de comunicación del Curso Virtual los alumnos pueden plantear sus dudas y consultas al Equipo Docente o a su profesor tutor.

- material complementario de apoyo a los textos básicos, con las ideas básicas de cada tema y aplicaciones prácticas (problemas).

- autoevaluaciones para que los estudiantes puedan comprobar su grado de asimilación de los contenidos.

El estudio se fomentará con la realización de pruebas de evaluación continua (PECs) que se propondrán a través del curso virtual. Sobre este punto, consúltese el apartado "Sistema de Evaluación".

Se ofrecerá a los estudiantes una distribución temporal (aproximada) de las diversas actividades del curso y una estimación del tiempo que se debe dedicar a cada tema. Apoyándose en este esquema temporal de la asignatura, el estudiante abordará de forma autónoma el estudio de los contenidos del libro de texto-base.

## PLAN DE TRABAJO

En el cómputo de horas se incluyen el tiempo dedicado a las horas lectivas, horas de estudio, tutorías, seminarios, trabajos, prácticas o proyectos, así como las exigidas para la preparación y realización de exámenes y evaluaciones.

### TEMA: El campo eléctrico - 20 Horas

Fuerzas entre cargas eléctricas, ley de Coulomb. Noción de campo eléctrico. Teorema de Gauss. Dinámica de partículas cargadas. Campo eléctrico y carga sobre una superficie conductora.

Materiales y recursos para su desarrollo

Texto de Tipler y Mosca, cap. 21 y 22: *El campo eléctrico*.

Material complementario en el curso virtual

### TEMA: Potencial eléctrico, energía electrostática y capacidad - 24 Horas

Noción de potencial eléctrico y diferencia de potencial. Capacidad y almacenamiento de carga eléctrica. Dieléctricos. Energía electrostática.

Materiales y recursos para su desarrollo

Texto de Tipler y Mosca, cap. 23 y 24: *El potencial eléctrico, la energía electrostática y la capacidad*.

Material complementario en el curso virtual

**TEMA: Corriente eléctrica - 18 Horas**

Corriente y movimiento de cargas. Ley de Ohm. Circuitos de corriente continua. Reglas de Kirchhoff.

Materiales y recursos para su desarrollo

Texto de Tipler y Mosca, cap. 25: *Corriente eléctrica*.

Material complementario en el curso virtual

**TEMA: El campo magnético - 22 Horas**

Fuerzas y campos magnéticos. Fuerza de Lorentz. Campos magnéticos creados por cargas en movimiento, ley de Ampère. Magnetismo en la materia.

Materiales y recursos para su desarrollo

Texto de Tipler y Mosca, cap. 26 y 27: *El campo magnético*.

Material complementario en el curso virtual.

**La PEC1 planteará preguntas acerca de los Temas 1 a 4 (Campo eléctrico; Potencial eléctrico; Corriente eléctrica; Campo magnético).**

**TEMA: Inducción magnética - 18 Horas**

Flujo magnético y fuerza electromotriz inducida. Leyes de Faraday y Lenz. Inductancia y energía magnética. Circuitos de corriente alterna. Impedancia.

Materiales y recursos para su desarrollo

Texto de Tipler y Mosca, cap. 28 y 29: *Inducción magnética y circuitos*.

Material complementario en el curso virtual

**TEMA: Ondas electromagnéticas - 11 Horas**

Corriente de desplazamiento. Ecuaciones de Maxwell. Radiación electromagnética. Espectro electromagnético. Energía y momento de una onda electromagnética.

Materiales y recursos para su desarrollo

Texto de Tipler y Mosca, cap. 30: *Ondas electromagnéticas*.

Material complementario en el curso virtual.

**La PEC2 incluye los Temas 1 a 6 (los cuatro de la PEC1 más los dos temas Inducción magnética y Ondas electromagnéticas).**

**TEMA: Luz e imágenes ópticas - 22 Horas**

Propagación de la luz. Reflexión y refracción. Polarización. Espejos planos y esféricos.

Lentes delgadas. Instrumentos ópticos.

Materiales y recursos para su desarrollo

Texto de Tipler y Mosca, cap 31: *La luz*; cap. 32: *Imágenes ópticas*.

Material complementario en el curso virtual

**TEMA: Interferencia y difracción - 13 Horas**

Diferencia de fase y coherencia. Interferencia en películas delgadas. Difracción de

Fraunhofer y Fresnel.

Materiales y recursos para su desarrollo

Texto de Tipler y Mosca, cap. 33: *Interferencia y difracción*.

Material complementario en el curso virtual

**PRUEBA PRESENCIAL: 2 horas**

**Total Horas ECTS introducidas aquí : 150**

**SISTEMA DE EVALUACIÓN****TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL**

Tipo de examen	Examen de desarrollo
----------------	----------------------

Preguntas desarrollo	4
----------------------	---

Duración del examen	120 (minutos)
---------------------	---------------

Material permitido en el examen

Calculadora no programable.

**Criterios de evaluación**

El examen constará de una cuestión y de tres problemas.

**Aunque la evaluación del examen es global, cada problema se puntúa hasta 3 puntos, y la cuestión hasta 1 punto.**

**Cuestiones: se debe contestar razonadamente, ajustándose a las preguntas y explicando lo que se haga.**

**Problemas: se deben resolver, no decir solo indicar cómo se podrían resolver, ni poner la solución si se conoce la misma, sino hay que resolverlos realmente.**

**El estudiante debe explicar con claridad los pasos y discutir los resultados, definiendo todas las variables que use y explicando las aproximaciones, notación y fórmulas que utilice. No se deben hacer números hasta haber obtenido una expresión algebraica (se recomienda entonces hacer una estimación en órdenes de magnitud).**

% del examen sobre la nota final	0
----------------------------------	---

Nota del examen para aprobar sin PEC	5
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	10
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	5

#### Comentarios y observaciones

El peso de la nota del examen en la calificación final de la asignatura depende de si el estudiante realiza las PECs o no. Para aprobar la asignatura, necesariamente la nota de la prueba presencial, "PP", ha de ser superior a 5 (sobre 10 puntos) y la calificación final de la asignatura viene dada por el algoritmo  $\text{MAX}\{0.8 * \text{PP} + 0.2 * \text{PECs}, \text{PP}\}$ .

#### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? Si

#### Descripción

- La primera de las pruebas de evaluación continua, PEC1, es una prueba "on-line" de evaluación objetiva, con cuestiones relativas a los temas 1 a 4 del temario. La prueba es de respuestas de elección múltiple y será calificada de 0 a 10, aportando cada respuesta correcta 1 punto. Se penalizarán los errores.

**- La segunda prueba de evaluación continua, PEC2, será una prueba de estructura similar al examen de las pruebas presenciales. Cubre los temas 1 a 6 del temario. El estudiante realizará la actividad en un plazo de 72 horas. Esta prueba será calificada por el profesor tutor del estudiante.**

**La descarga de los enunciados y la presentación de la solución se realizará usando la plataforma del curso virtual.**

#### Criterios de evaluación

- La PEC1 se califica de manera automática de 0 a 10 puntos, aportando cada respuesta correcta 1 punto. Se penalizarán los errores.

**- La PEC2 será calificada por el profesor tutor del estudiante, siguiendo las mismas ideas que la corrección del examen ptreencial: el estudiante debe explicar con claridad los pasos y discutir los resultados, definiendo todas las variables que use y explicando las aproximaciones, notación y fórmulas que utilice. No se deben hacer números hasta haber obtenido una expresión algebraica (se recomienda entonces hacer una estimación en órdenes de magnitud).**

#### Ponderación de la PEC en la nota final

El peso de las PECs en la calificación final depende de la nota de la prueba presencial, ya que si la nota de ese examen (PP) es mayor que 5, la calificación será la dada por el algoritmo  $\text{MAX}\{0.8 * \text{PP} + 0.2 * \text{PECs}, \text{PP}\}$ , de manera que la participación en las PECs puede subir la nota del examen y nunca reducirla.

#### Fecha aproximada de entrega

#### Comentarios y observaciones

La PEC-1 se realizará aproximadamente a principios de abril.

**La PEC2 se realizará aproximadamente a principios de mayo.**

#### OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final 0

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

#### ¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

Los estudiantes realizarán la prueba presencial según el sistema general de Pruebas Presenciales de la UNED. Para aprobar la asignatura, necesariamente la nota de la prueba presencial, "PP", ha de ser superior a 5 (sobre 10 puntos).

**La calificación final de la asignatura se realiza de la siguiente manera:**

**- si  $PP > 5$ , la calificación será la dada por el algoritmo  $MAX\{ 0.8 * PP + 0.2 * PECs, PP \}$ , de manera que la participación en las PECs nunca reducirá la nota del examen.**

**- si la  $PP < 5$ , la asignatura estará suspensa.**

**Nota: la revisión de las calificaciones de las pruebas presenciales, dispuesto en el artículo 44.7 de los Estatutos de la UNED, seguirá las directrices establecidas por el Consejo de Gobierno.**

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9788429144307

Título:FÍSICA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA 6ª ED. VOL. 2

Autor/es:Mosca, G. ; Tipler, Paul Allen ;

Editorial:REVERTE

Como bibliografía básica para preparar la asignatura se propone el texto:

**TIPLER, P. A. y MOSCA, G.: Física para la ciencia y la tecnología, volumen 2 (sexta edición, en 2 volúmenes). Editorial Reverté. Barcelona, 2010. ISBN: 978-84-291-4430-7, rústica**

Este texto es muy completo, con una presentación atractiva y motivadora, que discute todo el contenido de la asignatura. El libro tiene un buen número de resúmenes, ejemplos, esquemas, está muy ilustrado con imágenes, cuadros y tablas, y propone cuestiones para ayudar al estudiante a reflexionar sobre los conceptos. Por consiguiente, complementado con las indicaciones y el material que el equipo docente pone a disposición de los estudiantes en el curso virtual, constituye un punto fundamental para el seguimiento de los contenidos, la comprensión de la estructura de los mismos y como base de trabajo en el

estudio de la asignatura.

Para la comprensión de la fenomenología fundamental de la asignatura puede ser de gran utilidad la realización (no obligatoria) de los experimentos caseros que aparecen descritos con gran detalle en el libro siguiente: YUSTE, M. y CARRERAS, C.: *Experimentos caseros para un curso de Física General*, Colección Cuadernos de la UNED (editorial UNED). Nota: el libro está agotado, pero es muy posible que los estudiantes puedan consultarlo en muchas de las bibliotecas de la UNED.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9788436229943

Título:EXPERIMENTOS CASEROS PARA UN CURSO DE FÍSICA GENERAL

Autor/es:Yuste, M. Y Carreras, C. ;

Editorial:UN.E.D.

ISBN(13):9789702401759

Título:FUNDAMENTOS DE FISICA (VOL. I)

Autor/es:Halliday, David ; Resnick, Robert J. ; Walker, Jearl ;

Editorial:CECSA

ISBN(13):9789702401766

Título:FUNDAMENTOS DE FISICA (VOL. II) (6ª ED.)

Autor/es:Halliday, David ; Resnick, Robert J. ; Walker, Jearl ;

Editorial:CECSA

ISBN(13):9789706868220

Título:FÍSICA PARA CIENCIAS E INGENIERÍAS

Autor/es:Serway, Raymond A. ;

Editorial:Editorial Thomson-Paraninfo

ISBN(13):9789706868374

Título:FÍSICA PARA CIENCIAS E INGENIERÍAS (6ª EDICIÓN, VOLUMEN 2)

Autor/es:Serway, Raymond A. ;

Editorial:THOMSON PARANINFO

Cualquier texto de Física General (esto es, de Física a nivel introductorio específico para un Grado en Ciencias o Ingeniería) cubre los contenidos del Programa de la asignatura y, por tanto, puede también utilizarse para seguir el curso. De entre los muchos que hay publicado, podemos dar dos ejemplos:

SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W.: *Física para ciencias e ingenierías* (6ª edición, 2 volúmenes). Editorial Thomson. Madrid, 2009. ISBN: 9789706868220 y 9789706868374

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J.: *Fundamentos de Física* (6ª edición, 2 volúmenes). Editorial CECSA. México, 2003. ISBN: 9789702401759 y 9702401763.



Nótese que estos textos se proponen aquí para que aquellos estudiantes que encuentren puntos dificultosos en el estudio del texto-base puedan consultar alguna alternativa para resolverlos.

Por otra parte, dado que estos textos también discuten todo el contenido de la asignatura, sirven asimismo, complementados adecuadamente con las indicaciones y el material que el equipo docente pone a disposición de los estudiantes en el curso virtual, para el seguimiento de los contenidos y la comprensión de la estructura de los mismos.

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Los alumnos disponen de diversos medios de apoyo al estudio, entre los que se pueden destacar:

- Las tutorías presenciales que se celebran en algunos centros asociados, que constituyen un valioso recurso de apoyo al estudio, con se transmiten mediante videoconferencia en algunos casos.
- Curso virtual. La asignatura se imparte virtualizada, de modo que los alumnos tienen la posibilidad de entrar en cualquier momento en el Curso virtual y establecer contacto con el equipo docente de la Sede Central a través de los foros, así como con su tutor de su Centro Asociado y con sus compañeros. Se recomienda vivamente la participación del alumno en las actividades del Curso Virtual, donde podrá encontrar información actualizada sobre aspectos relacionados con la organización académica del curso.
- Los *Foros de debate* del curso virtual, por cada uno de los temas, cuyo objetivo es ayudar a generar debate entre los estudiantes acerca de conceptos o aplicaciones y, como consecuencia, mejorar el aprendizaje. El plantear preguntas en los foros (dudas de teoría, ejercicios, problemas, etc.) es muy positivo ya que tanto las dudas como las respuestas pueden ser muy útiles para el resto de los estudiantes.
- En el curso virtual, el estudiante encontrará material complementari para la asignatura, que incluye ejercicios y problemas.
- Las bibliotecas de los Centros Asociados. donde el estudiante puede consultar la bibliografía básica recomendada, y la bibliografía complementaria.

## GLOSARIO

---

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.