



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Física III

|                       |                                                               |            |       |              |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| Asignatura            | Física III                                                    |            |       |              |
| Código                | V12G360V01503                                                 |            |       |              |
| Titulación            | Grado en<br>Ingeniería en<br>Tecnologías<br>Industriales      |            |       |              |
| Descriptores          | Creditos ECTS                                                 | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                       | 6                                                             | OB         | 3     | 1c           |
| Lengua<br>Impartición | Castellano<br>Gallego<br>Inglés                               |            |       |              |
| Departamento          |                                                               |            |       |              |
| Coordinador/a         | López Vázquez, José Carlos                                    |            |       |              |
| Profesorado           | Fernández Fernández, José Luís<br>López Vázquez, José Carlos  |            |       |              |
| Correo-e              | jclopez@uvigo.es                                              |            |       |              |
| Web                   | <a href="http://moovi.uvigo.gal/">http://moovi.uvigo.gal/</a> |            |       |              |

**Descripción general** La asignatura Física III tiene como principales objetivos generales:

- a) Profundizar en los fundamentos físicos de la ingeniería, en particular en aquellos relacionados con los fenómenos electromagnéticos y ondulatorios.
- b) Introducir el empleo, en el contexto de problemas y modelos en Física, de las herramientas del análisis vectorial y de las ecuaciones diferenciales de la física matemática y sus problemas de contorno asociados.
- c) Compaginar un marcado carácter formativo con un enfoque práctico e ingenieril, destacando la importancia de los conocimientos fundamentales para abordar el análisis de problemas y la síntesis de soluciones en situaciones reales.
- d) Relacionar los contenidos en fundamentos físicos de los fenómenos electromagnéticos y ondulatorios con contenidos de otras materias del Plan de Estudios de carácter más tecnológico.

Los contenidos de Física III son, básicamente, una introducción a los fenómenos ondulatorios en general (tres temas) y el estudio del electromagnetismo clásico, empleando un esquema axiomático con un tratamiento matemático basado en operadores diferenciales vectoriales (cuatro temas).

## Resultados de Formación y Aprendizaje

|        |                                                                                                                                                                                                                          |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                          |
| B10    | CG10 Capacidad para trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.                                                                                                                                               |
| C2     | CE2 Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería. |
| D10    | CT10 Aprendizaje y trabajo autónomos.                                                                                                                                                                                    |

## Resultados previstos en la materia

| Resultados previstos en la materia                                                                                                                                                            | Resultados de Formación y Aprendizaje |    |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----|-----|
| Conocer y comprender los fundamentos físicos de los fenómenos de la electricidad y el magnetismo, así como de los fenómenos de vibraciones y ondas                                            | B10                                   | C2 |     |
| Conocer y aplicar, en casos sencillos y en el contexto de problemas de fundamentos físicos, las herramientas del análisis vectorial y de las ecuaciones diferenciales de la física matemática | B10                                   | C2 |     |
| Establecer estrategias y procedimientos eficientes para la resolución de problemas de fundamentos físicos asociados a las tecnologías industriales                                            | B10                                   | C2 |     |
| Implementar soluciones concretas en el ámbito del laboratorio a problemas experimentales de fundamentos físicos                                                                               | B10                                   | C2 | D10 |

## Contenidos

|      |
|------|
| Tema |
|------|

|                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I.1. MOVIMIENTO ONDULATORIO                                                                               | 1.1. Fenómenos ondulatorios<br>1.2. Características fundamentales de las ondas<br>1.3. La ecuación diferencial de onda<br>1.4. Ondas planas<br>1.5. Frente de onda y vector de onda<br>1.6. Ondas cilíndricas y esféricas<br>1.7. Ondas longitudinales y transversales<br>1.8. Principio de Huygens<br>1.9. Reflexión y refracción de ondas                                                                                                                                                                                                                        |
| I.2. ONDAS MECÁNICAS                                                                                      | 2.1. Naturaleza de las ondas mecánicas<br>2.2. Onda longitudinal en una varilla<br>2.3. Onda longitudinal en un resorte<br>2.4. Onda transversal en una cuerda<br>2.5. Potencia propagada e intensidad de una onda<br>2.6. Onda longitudinal en un fluido                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| I.3. DESCRIPCIÓN DE MAGNITUDES FÍSICAS MEDIANTE ANÁLISIS VECTORIAL                                        | 3.1. Diferencial de longitud de un arco de curva<br>3.2. Campos escalares<br>3.3. Derivada direccional<br>3.4. Gradiente<br>3.5. Campos vectoriales<br>3.6. Flujo de un campo vectorial<br>3.7. Campos solenoidales<br>3.8. Divergencia de un campo vectorial<br>3.9. Teorema de Ostrogradski-Gauss o teorema de la divergencia<br>3.10. Divergencia de campos solenoidales<br>3.11. Circulación de un campo vectorial<br>3.12. Rotacional de un campo vectorial<br>3.13. Teorema de Stokes<br>3.14. Campos conservativos                                          |
| II.1. ECUACIONES GENERALES DEL ELECTROMAGNETISMO                                                          | 1.1. Definición de los campos eléctrico y magnético<br>1.2. Fuentes del campo: cargas y corrientes eléctricas macroscópicas<br>1.3. Relaciones entre los campos E y B y sus fuentes: ecuaciones de Maxwell<br>1.4. Carga libre<br>1.5. Carga de polarización<br>1.6. Corriente libre<br>1.7. Corriente de polarización<br>1.8. Corriente de magnetización<br>1.9. Ecuaciones de Maxwell para los campos E, D, B, y H<br>1.10. Condiciones de frontera del campo electromagnético<br>1.11. Potenciales electrodinámicos<br>1.12. Energía del campo electromagnético |
| II.2. CAMPOS SIN VARIACIÓN TEMPORAL: ELECTROSTÁTICA, CORRIENTES ELÉCTRICAS ESTACIONARIAS Y MAGNETOSTÁTICA | 2.1. Ecuaciones generales de la electrostática<br>2.2. Dipolo eléctrico<br>2.3. Ecuaciones generales de la corriente estacionaria<br>2.4. Ecuaciones que incluyen las características del medio<br>2.5. Resistencia eléctrica<br>2.6. Ley de Joule<br>2.7. Fuerzas electromotrices y generadores<br>2.8. Distribución de potencial en un resistor<br>2.9. Ecuaciones generales de la magnetostática<br>2.10. Ecuaciones que incluyen las características del medio<br>2.11. Fuerzas magnéticas<br>2.12. Circuito magnético<br>2.13. Dipolo magnético               |
| II.3. INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y CAMPOS CUASISTACIONARIOS                                               | 3.1. Electromagnetismo en medios móviles<br>3.2. Transformación galileana de los campos eléctrico y magnético<br>3.3. Fuerza electromotriz sobre un circuito<br>3.4. Ley de inducción de Faraday<br>3.5. Definición de campos cuasistacionarios<br>3.6. Coeficientes de inducción<br>3.7. Energía magnética                                                                                                                                                                                                                                                        |
| II.4. ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS                                                                             | 4.1. Ecuaciones de onda para los campos E y H<br>4.2. Ondas E.M. monocromáticas planas en medios sin pérdidas<br>4.3. Ondas E.M. monocromáticas planas en medios con pérdidas<br>4.4. Incidencia de una onda plana sobre una frontera entre dos medios dieléctricos perfectos<br>4.5. Incidencia de una onda plana sobre una frontera entre un dieléctrico perfecto y un conductor                                                                                                                                                                                 |

### III.1 PRÁCTICAS DE LABORATORIO: ACTIVIDADES ESTRUCTURADAS

#### 1.1. Sesiones con actividades estructuradas:

- Tratamiento de datos experimentales (cantidades aproximadas, medidas de magnitudes físicas, estimación de errores)
- Manejo de instrumentos básicos de medida (flexómetro, micrómetro, polímetro (analógico y digital), osciloscopio)
- Experimentos con ondas mecánicas o electromagnéticas (emisión y recepción de ondas ultrasónicas, microondas o luz, ondas estacionarias en una dirección, interferómetro de Michelson)

### III.2 PRÁCTICAS DE LABORATORIO: ACTIVIDADES NO ESTRUCTURADAS (PRÁCTICA ABIERTA)

#### 2.1 Sesiones con actividades no estructuradas (práctica abierta):

- A cada equipo se le planteará un problema práctico, suministrándole información de partida suficiente. Bajo la dirección del profesor, cada equipo deberá analizar el problema, seleccionar una posible forma de resolución y realizarla experimentalmente
- En los contenidos de la práctica abierta se fomenta la diversidad de temáticas y de técnicas experimentales en el campo genérico de los fenómenos ondulatorios y electromagnéticos considerando, en particular, los fenómenos de conducción de corriente eléctrica e inducción electromagnética en régimen cuasiestacionario
- A título indicativo y como referencia se pueden señalar las siguientes prácticas: medida del campo eléctrico en láminas débilmente conductoras, resolución numérica de la ecuación de Laplace, medida del coeficiente de autoinducción de una bobina corta o de un solenoide, medida del coeficiente de inducción mutua entre dos bobinas cortas o dos solenoides
- Opcionalmente, cada equipo puede sustituir la realización de la práctica abierta por un trabajo, consistente en la elaboración de un informe temático de carácter descriptivo sobre algún tema/técnica/proceso/dispositivo del ámbito científico-tecnológico en el que jueguen un papel esencial los fenómenos ondulatorios o electromagnéticos. Deberá incluir un modelo del problema identificando las magnitudes relevantes y las leyes físicas de aplicación

### Planificación

|                                                      | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|------------------------------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Lección magistral                                    | 20             | 30                   | 50            |
| Resolución de problemas                              | 11.5           | 30.5                 | 42            |
| Prácticas de laboratorio                             | 18             | 18                   | 36            |
| Examen de preguntas de desarrollo                    | 2              | 0                    | 2             |
| Resolución de problemas y/o ejercicios               | 2              | 0                    | 2             |
| Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas | 0              | 18                   | 18            |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

|                          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral        | Exposición por parte del profesor de los contenidos de la materia, resaltando los fundamentos y las bases teóricas, los aspectos más críticos y, eventualmente, acompañando de experimentos demostrativos o material audiovisual                                                                                                                                       |
| Resolución de problemas  | Actividad en la que se plantean y resuelven problemas relacionados con los contenidos de la asignatura. El alumno debe desarrollar las soluciones adecuadas o correctas mediante el ejercicio de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados |
| Prácticas de laboratorio | Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio. Se desarrollan en espacios especiales con equipamiento especializado (laboratorios, aulas informáticas, etc.)                                                                          |

### Atención personalizada

| Metodologías             | Descripción                         |
|--------------------------|-------------------------------------|
| Lección magistral        | Se realizará en horario de tutorías |
| Prácticas de laboratorio | Se realizará en horario de tutorías |
| Resolución de problemas  | Se realizará en horario de tutorías |

### Evaluación

| Descripción                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |    |     |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|----|-----|
| Examen de preguntas de desarrollo         | Pruebas que incluyen preguntas abiertas sobre un tema. Los alumnos deben desarrollar, relacionar, organizar y presentar los conocimientos que tienen sobre la materia en una respuesta argumentada                                                                                                       | 50           | B10                                   | C2 |     |
| Resolución de problemas y/o ejercicios    | Prueba en la que el alumno debe solucionar una serie de problemas y/o ejercicios en un tiempo/condiciones establecido/as por el profesor                                                                                                                                                                 | 40           | B10                                   | C2 | D10 |
| Informe de prácticas y prácticas externas | Elaboración de un informe por parte de los alumnos en el que se reflejan las características del trabajo llevado a cabo. Los alumnos deben describir las tareas y procedimientos desarrollados, mostrar los resultados obtenidos u observaciones realizadas, así como el análisis y tratamiento de datos | 10           | B10                                   | C2 | D10 |

## Otros comentarios sobre la Evaluación

### 1. Oportunidad ordinaria

#### 1.1 Evaluación continua

- La calificación final G0 resulta de la calificación de aula A0 (80% de la calificación final), sobre los contenidos de los Bloques I y II, y de la calificación de laboratorio L0 (20% de la calificación final), sobre los contenidos del Bloque III.
  - La calificación A0 se compone de la calificación de aula C0 (40% de la calificación final), que se obtiene mediante pruebas teórico-prácticas (preguntas de desarrollo y resolución de problemas o ejercicios) a realizar durante el curso, y de la calificación de aula F0 (40% de la calificación final), que se obtiene de una prueba final teórico-práctica que se celebrará el mismo día que el examen de la oportunidad ordinaria.
  - La calificación L0 se compone de la calificación L01 (10% de la calificación final), que se obtiene mediante pruebas teórico-prácticas a realizar durante el curso (preguntas de desarrollo y resolución de problemas o ejercicios) sobre los contenidos del Bloque III.1, y la calificación L02 (10% de la calificación final), que se obtiene de un informe de prácticas sobre los contenidos del Bloque III.2. Solo los alumnos que hayan asistido regularmente al laboratorio pueden optar a una calificación L0 distinta de "0,0".
  - La calificación final de la evaluación continua en la oportunidad ordinaria se obtiene como
- $$G0 = A0 (80\%) + L0 (20\%) = C0 (40\%) + F0 (40\%) + L01 (10\%) + L02 (10\%)$$
- Para aprobar la asignatura es condición necesaria y suficiente haber obtenido una calificación final G0 igual o superior a 5.

#### 1.2 Evaluación global

- Aquellos estudiantes que tengan concedida la renuncia a la evaluación continua en la oportunidad ordinaria obtendrán el 100% de su calificación final G1 de un examen correspondiente a la oportunidad ordinaria.
  - La calificación G1 resulta de la calificación de aula A1 (80% de la calificación final), sobre los contenidos de los Bloques I y II, y de la calificación de laboratorio L1 (20% de la calificación final), sobre los contenidos del Bloque III.1.
  - La calificación A1 se compone de las calificaciones C1 (40% de la calificación final) y F1 (40% de la calificación final), que se obtienen de pruebas teórico-prácticas (preguntas de desarrollo y resolución de problemas o ejercicios).
  - La calificación L1 (20% de la calificación final) se obtiene de una prueba teórico-práctica (preguntas de desarrollo y resolución de problemas o ejercicios).
  - La calificación final de la evaluación global en la oportunidad ordinaria se obtiene como
- $$G1 = A1 (80\%) + L1 (20\%) = C1 (40\%) + F1 (40\%) + L1 (20\%)$$
- Para aprobar la asignatura es condición necesaria y suficiente haber obtenido una calificación final G1 igual o superior a 5.

### 2. Oportunidad extraordinaria

- Todos los alumnos, tanto si tienen como si no tienen concedida la renuncia a la evaluación continua, obtendrán el 100% de su calificación final G2 de un examen correspondiente a la oportunidad extraordinaria.
- La calificación G2 resulta de la calificación de aula A2 (80% de la calificación final), sobre los contenidos de los Bloques I y II, y de la calificación de laboratorio L2 (20% de la calificación final), sobre los contenidos del Bloque III.1.

- La calificación A2 se compone de las calificaciones C2 (40% de la calificación final) y F2 (40% de la calificación final), que se obtienen de pruebas teórico-prácticas (preguntas de desarrollo y resolución de problemas o ejercicios).
- La calificación L2 (20% de la calificación final) se obtiene de una prueba teórico-práctica (preguntas de desarrollo y resolución de problemas o ejercicios).
- La calificación final de la evaluación continua o de la evaluación global en la oportunidad extraordinaria se obtiene como  $G2 = A2 (80\%) + L2 (20\%) = C2 (40\%) + F2 (40\%) + L2 (20\%)$
- Para aprobar la asignatura es condición necesaria y suficiente haber obtenido una calificación final G2 igual o superior a 5.

### 3. Características comunes e interconexión entre las alternativas de evaluación

- En la evaluación continua y global correspondiente a las oportunidades ordinaria y extraordinaria que se han definido en las secciones anteriores, podemos clasificar las calificaciones equivalentes entre sí en tres grupos formados por tres elementos cada uno: las calificaciones de aula C0, C1 y C2, las calificaciones de aula F0, F1 y F2 y las calificaciones de laboratorio L0, L1 y L2. Si C es la calificación válida más reciente de las calificaciones C0, C1 y C2, F es la calificación válida más reciente de las calificaciones F0, F1 y F2 y L es la calificación válida más reciente de las calificaciones L0, L1 y L2, la calificación final G en las oportunidades ordinaria o extraordinaria, sea por la vía de la evaluación continua o de la evaluación global, se obtiene como

$$G = C(40\%) + F (40\%) + L(20\%)$$

- Para aprobar la asignatura es condición necesaria y suficiente haber obtenido una calificación final G igual o superior a 5 en cualquiera de las alternativas de evaluación.
- Para obtener la calificación final G2 en la oportunidad extraordinaria un estudiante, con o sin renuncia a evaluación continua, podrá optar entre:
  - a) realizar la parte del examen de la oportunidad extraordinaria correspondiente a las C2, F2 y/o L2, que se emplearán en la fórmula de la calificación final de la evaluación en la oportunidad extraordinaria G2.
  - b) emplear su calificación válida más reciente de cada tipo (C0 o C1, F0 o F1 y/o L0 o L1) para sustituir, respectivamente, a las calificaciones C2, F2 y/o L2 en la fórmula de la calificación final de la evaluación en la oportunidad extraordinaria G2, no respondiendo a la parte correspondiente del examen de esta oportunidad.

### 4. Convocatoria de fin de carrera

- La convocatoria de fin de carrera sigue el mismo esquema de evaluación que la oportunidad extraordinaria.
- La evaluación en la convocatoria fin de carrera es completamente independiente de las evaluaciones en la oportunidad ordinaria y en la oportunidad extraordinaria (en particular, no son de aplicación las características e interconexiones descritas en la sección anterior).

### 5. Normas de evaluación complementarias

- No se permitirá la utilización de ningún dispositivo electrónico durante las pruebas de evaluación salvo autorización expresa. El hecho de introducir un dispositivo electrónico no autorizado en el aula de examen será considerado motivo de no superación de la materia y la calificación final en la correspondiente oportunidad de evaluación será "suspense (0,0)".
- Las pruebas de evaluación y su corrección serán realizadas conjuntamente por el colectivo de profesores que imparten la asignatura.
- Las fechas de los exámenes en cada convocatoria serán las asignadas por la Dirección de la E.E.I..

### 6. Compromiso ético

Se espera que el alumno presente un comportamiento ético adecuado. En el caso de que se detectase un comportamiento no ético (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizados, u otros) se considerará que el alumno no reúne los requisitos necesarios para superar la materia. En este caso la calificación final en la correspondiente oportunidad de evaluación será "suspense (0,0)".

---

#### Fuentes de información

##### Bibliografía Básica

J. L. Fernández, M. J. Pérez-Amor, **Guía para la resolución de problemas de electromagnetismo. Compendio de teoría**, Reverté, 2012

---

J. L. Fernández, M. J. Pérez-Amor, **Guía para la resolución de problemas de electromagnetismo. Problemas resueltos**, Reverté, 2012

M. Alonso y E. J. Finn, **Física**, Addison-Wesley Iberoamericana, 2000

M. Alonso and E. J. Finn, **Physics**, Pearson, 1992

#### **Bibliografía Complementaria**

M. R. Spiegel, **Análisis vectorial**, McGraw-Hill, serie Schaum, 2011

M. R. Spiegel, **Schaum's Outline of Vector Analysis**, McGraw-Hill, Schaum's Outline Series, 2009

D. K. Cheng, **Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería**, Addison-Wesley, 1997

D. K. Cheng, **Fundamentals of Engineering Electromagnetics**, Prentice Hall 1993, Pearson 2014,

J. A. Edminister, **Electromagnetismo**, McGraw-Hill, serie Schaum, 1992

J. A. Edminister, M. Nahvi, **Schaum's Outline of Electromagnetics**, McGraw-Hill, Schaum's Outline Series, 2013

I. Bronshtein, **Manual de matemáticas para ingenieros y estudiantes**, MIR 1982, MIR-Rubiños 1993,

I. N. Bronshtein, K. A. Semendyayeb, **Handbook of Mathematics**, Springer, 2007

M. R. Spiegel, **Fórmulas y tablas de matemática aplicada**, McGraw-Hill, serie Schaum, 2014

M. R. Spiegel, S. Lipschutz, J. Liu, **Schaum's Outline of Mathematical Handbook of Formulas and Tables**, McGraw-Hill, Schaum's Outline Series, 2011

#### **Recomendaciones**

#### **Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

Física: Física I/V12G360V01102

Física: Física II/V12G360V01202

Matemáticas: Álgebra y estadística/V12G360V01103

Matemáticas: Cálculo I/V12G360V01104

Matemáticas: Cálculo II y ecuaciones diferenciales/V12G360V01204

#### **Otros comentarios**

Requisitos: Para matricularse en esta materia es necesario haber cursado o bien estar matriculado de todas las materias de primer y segundo año del curriculum del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

En particular, es altamente recomendable el repaso de las nociones fundamentales de Física y Matemáticas incluidas en las asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

En caso de discrepancias, prevalecerá la versión en castellano de esta guía