

**DOBLE GRADO EN FÍSICA Y EN
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

GUÍA PARA EL ESTUDIANTADO DE 2º CURSO

CURSO ACADÉMICO 2026-27

Tabla de contenido

1.- Información del doble grado en Física y en Ingeniería Electrónica.....	3
Presentación.....	3
Competencias de la titulación	3
Estructura de los estudios de grado.....	4
Carga de ECTS por cursos	6
Las asignaturas del segundo curso en el contexto del grado	6
Tipos de actividades a realizar.....	6
Trabajo de Fin de Grado (TFG).....	6
Programa de movilidad	7
Prácticas académicas externas	7
Tutorías académicas	7
Plan de Acción Tutorial (PAT)	7
Coordinación.....	7
Otra información de interés.....	8
2.- Información específica para los grupos 16 (castellano) y 66 (inglés)	9
Asignación de estudiantes a grupos docentes	9
Calendario, horario y exámenes.....	9
Profesorado	9
3.- Información sobre las asignaturas de segundo curso.....	9

1.- Información del doble grado en Física y en Ingeniería Electrónica

Presentación

Nº de plazas de nuevo ingreso ofertadas: 20

Créditos ECTS¹ del título: 300

Lenguas utilizadas a lo largo del proceso formativo: Castellano/Euskera e inglés puntualmente

El Doble Grado en Física y en Ingeniería Electrónica contiene una organización académica de las respectivas enseñanzas diseñada para posibilitar al estudiantado matriculado en el doble grado, y que supere los estudios contenidos en su correspondiente programación, la obtención simultánea de los títulos oficiales de Grado en Física y de Grado en Ingeniería Electrónica, con validez en todo el territorio nacional.

La Física es un máximo exponente de lo que hoy llamamos Ciencia y uno de los pilares de la tecnología. Sus aportaciones han revolucionado nuestra comprensión de la realidad y han contribuido de manera importante al desarrollo de la sociedad del bienestar. El progreso de la Física es imprescindible para el sistema de ciencia y tecnología de cualquier país moderno, por lo que cuenta con una fuerte implantación en todos los sistemas universitarios europeos.

El diseño del Grado en Física permite al estudiantado adquirir los conocimientos esenciales de Física y desarrollar destrezas relacionadas con el análisis y modelización de situaciones complejas, utilización de técnicas matemáticas avanzadas y de herramientas informáticas.

La Ingeniería Electrónica (Electrical and Computer Engineering) es una disciplina que abarca un conjunto diverso de tecnologías electrónicas y de la información en constante proceso de evolución: Microelectrónica, Materiales semiconductores, Radiocomunicaciones, Desarrollo software, Tratamiento de señal, Instrumentación, Sensores, etc.

El Grado en Ingeniería Electrónica (IE) mantiene un equilibrio formativo entre ciencia y tecnología con el objetivo principal de proporcionar una formación sólida en el análisis y diseño de dispositivos y sistemas electrónicos en todas sus posibles aplicaciones, así como de aquellos aspectos relacionados con la investigación, desarrollo e innovación en dicho ámbito.

Competencias de la titulación

Las principales competencias que se desarrollan en los estudios de grado en Física son las siguientes:

- Capacidad de plantear y resolver problemas.
- Capacidad de construir modelos físicos a partir de datos experimentales.
- Comprensión teórica de los fenómenos físicos.
- Destreza en el ámbito experimental.

De forma sintética las competencias que adquiere el estudiantado que estudie IE son:

- Capacidad de resolución de problemas con especial proyección actual y futura en la Ingeniería Electrónica (IE).
- Manejo de herramientas computacionales propias de la IE orientadas a la simulación de dispositivos, circuitos y sistemas.
- Habilidad para el análisis y diseño de sistemas electrónicos en campos relacionados con la IE que posibiliten una preparación de calidad para estudios posteriores y una mejor integración profesional del estudiantado.
- Conocer, describir, analizar, diseñar, validar y optimizar dispositivos, circuitos y sistemas electrónicos, así como prototipos, en diversas áreas de aplicación (tecnologías de la información y las comunicaciones, adquisición y tratamiento de datos, instrumentación, control, etc.).

¹ 1 ECTS = 1 crédito europeo = 25 horas de trabajo del estudiantado, tanto presencial (en aula, seminarios, laboratorios, ...) como no presencial (trabajo por su cuenta sin presencia del profesorado)

Por otro lado, el estudiantado adquirirá otra serie de competencias transversales o genéricas, tales como:

- Capacidad de organizar, planificar y aprender de manera autónoma.
- Capacidad de analizar, sintetizar y razonar críticamente.
- Capacidad de gestionar un trabajo en grupo.
- Capacidad de exponer ideas y resultados científicos de forma oral y escrita, y de realizar estudios de prospectiva en campos afines.
- Poseer capacidad de crítica y creatividad, de toma de decisiones, de asunción de responsabilidades, de liderazgo y de compromiso con la calidad.

Estructura de los estudios de grado

Normativa

Algunos elementos relevantes relativos a la normativa que rige el doble grado:

- El estudiantado admitido en el Doble Grado se matriculará en cada curso única y exclusivamente en las asignaturas de su programación docente específica que se ha detallado sobre estas líneas.
- En el primer curso, el estudiantado deberá matricularse en todos los créditos correspondientes al curso completo. En los siguientes cursos, deberán matricularse al menos de 60 créditos ECTS, salvo que le resten menos de esa cantidad para la finalización del programa docente específico del Doble Grado.
- El estudiantado sólo podrá matricularse de créditos de tercer curso en adelante si tienen aprobados al menos 60 créditos de primero, todos ellos de carácter básico.
- Para poder matricularse de la asignatura Técnicas Experimentales III es necesario, por lo menos, haberse matriculado en las asignaturas Termodinámica y Física Estadística y Óptica.
- A la finalización de cada curso, el estudiantado deberá haber superado al menos 36 de los créditos de los que se hayan matriculado. En todo caso, deberán finalizar el programa en un máximo de siete cursos académicos.
- El estudiantado que incumpla alguno de estos requisitos deberá abandonar el Doble Grado, pudiendo continuar los estudios en la titulación oficial de Grado en Física o Grado en Ingeniería Electrónica, a su elección. Para ello, deberán realizar la solicitud en el Decanato. La matrícula de este estudiantado se realizará dentro de los plazos y de acuerdo con los criterios que la Facultad establezca.
- Igualmente, si el/la estudiante decide abandonar voluntariamente el Doble Grado, se le aplicará el procedimiento señalado en el párrafo anterior a los efectos de poderse incorporar a la titulación de Grado en Física o a la titulación de Grado en Ingeniería Electrónica.
- Los reconocimientos de créditos para la obtención de los títulos de Graduado en Física y Graduado Ingeniería Electrónica se realizarán una vez superadas las asignaturas de la programación docente específica del Doble Grado, incluidos los trabajos fin de grado de ambas titulaciones.

Programación docente del Grado en Física y en Ingeniería Electrónica

Curso 1º (66 créditos)	
Cuatrimestre 1º	Cuatrimestre 2º
Álgebra Lineal y Geometría I (12 ECTS)	
Cálculo Diferencial e Integral I (12 ECTS)	
Física General (12 ECTS)	
Química I (6 ECTS)	Técnicas Experimentales I (6 ECTS)
Introducción a la Computación (6 ECTS)	Química II (6 ECTS)
	Fundamentos de Programación (6 ECTS)

Curso 2º (60 (créditos)	
Cuatrimestre 1º	Cuatrimestre 2º
Análisis Vectorial y Complejo (9 ECTS)	
Métodos Matemáticos (12 ECTS)	
Mecánica y Ondas (15 ECTS)	
Electromagnetismo I (6 ECTS)	Técnicas experimentales II (6 ECTS)
Electrónica (6 ECTS)	Física Moderna (6 ECTS)

Curso 3º (60 créditos)	
Cuatrimestre 1º	Cuatrimestre 2º
Física Cuántica (12 ECTS)	
Termodinámica y Física Estadística (12 ECTS)	
Métodos Computacionales (9 ECTS)	
Técnicas experimentales III (9 ECTS)	
Electromagnetismo II (6 ECTS)	Instrumentación I (6 ECTS)
Óptica (6 ECTS)	

Curso 4º (60 créditos)	
Cuatrimestre 1º	Cuatrimestre 2º
Física del Estado Sólido (6 ECTS)	Física Nuclear y de Partículas (6 ECTS)
Señales y Sistemas (6 ECTS)	Control Automático I (6 ECTS)
Técnicas Actuales de Programación (6 ECTS)	Electrónica Analógica (6 ECTS)
Electrónica Digital (6 ECTS)	Arquitectura de Computadores (6 ECTS)
Dispositivos Electrónicos y Optoelectrónicos (6 ECTS)	Circuitos Lineales y no Lineales (6 ECTS)

Curso 5º (54 créditos)	
Cuatrimestre 1º	Cuatrimestre 2º
Trabajo Fin de Grado en Física (12 ECTS)	
Trabajo Fin de Grado en Ingeniería Electrónica (10,5 ECTS)	
12 créditos optativos (2 asignaturas) del listado A (Física)*	
6 créditos optativos (1 asignatura) del listado B (Ingeniería Electrónica)*	
Empresa y Proyectos (7,5 ECTS)	
Sensores y Actuadores (6 ECTS)	

Listados de optativas:

Listado A (Física)
☐ Mecánica Cuántica (6 ECTS) ☐ Propiedades Estructurales de los Sólidos (6 ECTS) ☐ Física de Estado Sólido II (6 ECTS) ☐ Técnicas Experimentales IV (6 ECTS) ☐ Física de los Medios Continuos (6 ECTS) ☐ Electrodinámica (6 ECTS) ☐ Gravitación y Cosmología (6 ECTS) ☐ Astrofísica (6 ECTS) ☐ Temas de Física (6 ECTS) ☐ Idatzizko komunikazio zientifiko-teknikoa euskaraz (6 ECTS) ☐ Ahozko komunikazio zientifiko-teknikoa euskaraz (6 ECTS)
Listado B (Ingeniería Electrónica)
☐ Control Automático II (6 ECTS) ☐ Instrumentación II (6 ECTS) ☐ Microelectrónica y Microsistemas (6 ECTS) ☐ Electrónica de Comunicaciones (6 ECTS) ☐ Sistemas de Alta Frecuencia (6 ECTS) ☐ Diseño de Sistemas Digitales (6 ECTS) ☐ Idatzizko komunikazio zientifiko-teknikoa euskaraz (6 ECTS) ☐ Ahozko komunikazio zientifiko-teknikoa euskaraz (6 ECTS)

(*) Las dos asignaturas del Plan director de euskera (Comunicación escrita científico-técnica en euskera y Comunicación oral científico-técnica en euskera) forman parte de ambos listados.

Carga de ECTS por cursos

Curso	Formación Básica	Formación Obligatoria	Formación Optativa	Trabajo Fin de Grado	Total
1º	66				66
2º		60			60
3º		60			60
4º		60			60
5º		13,5	18	22,5	54
Total	66	193,5	18	22,5	300

Las asignaturas del segundo curso en el contexto del grado

En el primer curso se trabajan las bases científico-técnicas necesarias para conseguir los objetivos marcados en ambos grados, Física e Ingeniería Electrónica. Este curso es crucial en el proceso de aprendizaje y adaptación al medio universitario.

En este segundo curso se profundizará en las materias estudiadas en el primer curso con el fin de obtener una formación científica sólida en física y matemáticas. Así mismo, se adquirirán las bases en electrónica, necesarias para el resto del grado.

En Análisis Vectorial y Complejo y Métodos Matemáticos se completarán y reforzarán las bases matemáticas trabajadas en el primer curso. En Electromagnetismo I, Física Moderna, y Mecánica y Ondas se profundizará en los conocimientos de física iniciados en el primer curso. En Electrónica se adquirirán las bases de electrónica, fundamentales para el resto del grado. Finalmente, en la asignatura de Técnicas Experimentales II se realizarán prácticas de laboratorio asociadas a distintos conceptos teóricos trabajados en diversas asignaturas.

Tipos de actividades a realizar

Atendiendo a la metodología que se va a utilizar en las asignaturas del segundo curso, éstas se pueden clasificar en tres grupos:

- Asignaturas "teóricas": no tienen prácticas de laboratorio (Análisis Vectorial y Complejo, Electromagnetismo I, Electrónica, Mecánica y Ondas, y Métodos Matemáticos).
- Asignatura "experimental": se desarrolla prácticamente en su totalidad en el laboratorio (Técnicas Experimentales II). Son las prácticas de las asignaturas Electromagnetismo I, Electrónica, y Mecánica y Ondas.
- Asignatura "con prácticas": Es una mezcla de los dos tipos anteriores (Física Moderna). Se trabajarán tanto conceptos teóricos como las prácticas.
- En general, en todas las asignaturas habrá clases magistrales en las que se trabajarán los conceptos teóricos, así como prácticas de aula orientadas a la realización de problemas. Se utilizarán los seminarios para la profundización de conceptos teórico/prácticos de diversos aspectos de la asignatura en grupos reducidos de estudiantes. Y subrayar que en la mayoría de las asignaturas las "clases de problemas" se basarán en la participación activa del estudiantado, quienes expondrán sus propuestas de resolución a ejercicios planteados por el profesorado, surgidos en el aula, etc.

En las asignaturas que tengan prácticas, en algunos casos el estudiantado deberá seguir las directrices marcadas para realizar el trabajo encomendado, y en otras, buscar soluciones de forma autónoma.

Trabajo de Fin de Grado (TFG)

El Trabajo Fin de Grado (TFG) supone la realización por parte de cada estudiante y de forma individual de un proyecto, memoria o estudio original bajo la supervisión de uno/a o más directores o directoras, en el que se integren y desarrollen los contenidos formativos recibidos, capacidades, competencias y habilidades adquiridas durante el periodo de docencia del Grado.

El estudiantado de doble grado debe realizar dos TFGs, el correspondiente al grado en Física y el correspondiente al grado de IE. Cada trabajo se rige según la normativa que se establece en el Grado correspondiente.

Más información sobre el TFG: <https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/trabajos-fin-grado>

Programa de movilidad

La Facultad de Ciencia y Tecnología participa en los programas de Intercambio Académico Erasmus, Sicue-Seneca, América Latina y otros destinos. La labor de coordinación académica la realiza el Vicedecano de Intercambio Académico con la ayuda de los/as coordinadores/as de intercambio de cada titulación. Los/as coordinadores/as aconsejan al estudiantado con respecto a la realización del acuerdo académico previo teniendo en cuenta los criterios de la Comisión de Convalidaciones para el reconocimiento de créditos y le asisten durante la duración de la estancia del estudiantado en la Universidad de destino.

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/programas-intercambio>

Prácticas académicas externas

La realización de prácticas en entidades externas facilita la incorporación del estudiantado al mundo laboral, proporcionando, además de conocimientos y competencias de contenido práctico, experiencia profesional. En el Doble Grado en Física e Ingeniería Electrónica es posible realizar prácticas académicas externas extracurriculares y, por lo tanto, son de carácter voluntario. Para poder realizarlas, se deberán haber superado 120 ECTS. Más información en: <https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/insercion-laboral>

Tutorías académicas

La tutoría académica es un proceso que consiste básicamente en brindar asesoría y orientación académica al estudiantado a través del profesorado. Esta asesoría está encaminada a apoyar al estudiantado en las materias que están cursando. A comienzo de cada cuatrimestre cada docente dará a conocer su horario de tutorías.

Plan de Acción Tutorial (PAT)

El Plan de Acción Tutorial (PAT) ofrece al estudiantado la oportunidad de disponer de un profesor tutor o de una profesora tutora que favorecerá su integración en la vida universitaria y les orientará durante toda su trayectoria académica.

Las profesoras tutoras y los profesores tutores pretenden:

- apoyar y orientar al estudiantado en su proceso de formación integral, en su aspecto tanto académico como personal y profesional
- favorecer la integración del estudiantado en la actividad académica de la Facultad
- informar al estudiantado sobre los servicios y actividades que tienen a su disposición en el ámbito universitario
- identificar las dificultades que pueden aparecer durante el desarrollo de los estudios y facilitar el desarrollo de habilidades y estrategias de aprendizaje
- asesorar en la toma de decisiones, especialmente en la elección del itinerario curricular
- transmitir información que pueda resultar de interés para el desarrollo académico y profesional de las y los estudiantes

La asignación de tutores o tutoras a cada estudiante del Doble Grado en Física e Ingeniería Electrónica se realizará al inicio del primer curso. Esa asignación permanecerá vigente hasta la obtención del Grado.

Coordinación

La coordinación del Doble Grado recae en la Comisión Académica del Doble Grado. Esta realiza funciones de apoyo al desarrollo curricular, seguimiento, revisión y mejora. A la hora de redactar esta guía, la Comisión Académica del Doble Grado en Física e Ingeniería Electrónica está formada por:

Tipo	Coordinador/a	Datos de contacto
Presidente	Ibon Sagastabeitia Buruaga Dpto. Electricidad y Electrónica	ibon.sagastabeitia@ehu.eus 946012539 CD3.P1.2
Coordinador	Irene Urcelay Olabarria Dpto. Física	irene.urbelay@ehu.eus 946012662 CD4.P2.15
Representante	Idoia Garcia de Gurtubay Galligo Dpto. Física	idoia.gurtubay@ehu.eus 946012490 CD3.P2.2
Representante	María Rosario de la Fuente Lavin Dpto. Física	rosario.delafuente@ehu.eus 946015339 CD3.P2.18
Representante	David Brizuela Cieza Dpto. Física	david.brizuela@ehu.eus 946012593 F3.S2.24
Representante	Juan María Collantes Metola Dpto. Electricidad y Electrónica	juanmari.collantes@ehu.eus 946012464 CD4.P1.17

Se puede consultar información actualizada de la CEG del Doble Grado en Física e Ingeniería Electrónica en el siguiente enlace:

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/comisiones-grado#ComisionesdeEstudios10>

Además, para cada asignatura del Doble Grado se ha nombrado un/a coordinador/a de asignatura que se encarga de coordinar el equipo docente que la imparte. La relación de coordinadores/as de asignaturas del Doble Grado en Física e Ingeniería Electrónica puede consultarse en el siguiente enlace:

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/coordinacion-asignaturas-fie>

Otra información de interés

En algunas asignaturas del Doble Grado, el equipo docente utiliza un aula virtual de apoyo a la docencia presencial. Estas aulas están en eGela (<https://egela.ehu.eus>). Para acceder a eGela hay que introducir el usuario LDAP, que se asigna a cada estudiante al realizar la matrícula como estudiantado de nuevo ingreso. También se utiliza el usuario LDAP para acceder a GAUR, herramienta informática para la realización de trámites administrativos y la consulta de datos relativos a la vida académica del estudiantado.

Cada estudiante matriculado/a en el Doble Grado en Física e Ingeniería Electrónica dispone de una cuenta de correo electrónico corporativa, cuya dirección y contraseña le fueron entregadas al realizar la matrícula como estudiantado de nuevo ingreso. A esta cuenta de correo es donde se remiten todos los mensajes del profesorado, de eGela, del equipo decanal u otros estamentos universitarios. Es posible redirigir los mensajes que llegan a esta cuenta al correo personal. Más información en: https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/bbc_alumnado También dispone de un servicio de albergue de disco (<https://www.ehu.eus/es/group/ikt-tic/bildu>).

Ante cualquier duda o problema en la utilización del correo corporativo o en general de los servicios informáticos de la UPV/EHU, se recomienda contactar con CAU vía web <http://lagun.ehu.eus> utilizando el usuario LDAP. Para más información sobre el CAU visitar: <http://www.ehu.eus/cau>

El Servicio de Asesoramiento del Estudiantado de la Facultad de Ciencia y Tecnología (SAECYT) asesora al estudiantado y realiza los trámites necesarios para poder realizar prácticas en empresa o participar en un programa de intercambio. Se encuentra ubicado en la Secretaría de la Facultad. Más información sobre el SAECYT en <https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/atencion-estudiantes>

Más Información sobre el Doble Grado en Física e Ingeniería Electrónica:

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/doble-grado-fie>

Página web de la Facultad:

<https://www.ehu.eus/zientzia-teknologia-fakultatea>

2.- Información específica para los grupos 16 (castellano) y 66 (inglés)

Asignación de estudiantes a grupos docentes

Durante las primeras semanas de clase se informará de la asignación de cada estudiante a los grupos docentes en las diferentes modalidades docentes para las que haya más de un grupo programado.

Calendario, horario y exámenes

El calendario lectivo del Centro puede consultarse en la página web:

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/calendario>

El horario, con la correspondiente información sobre las aulas donde se impartirá cada actividad, así como el calendario oficial de exámenes, se publica y actualiza en la web de la Facultad. Pueden consultarse en:

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/egutegia-ordutegiak>

Además, en el enlace anterior también pueden consultarse los tribunales de 5ª y 6ª convocatoria nombrados para las asignaturas del Grado.

Profesorado

La información sobre el profesorado (datos de contacto, horas de tutoría) que imparte las asignaturas de este grupo puede consultarse en la web institucional del doble grado:

<https://www.ehu.eus/es/web/graduak/doble-grado-en-fisica-y-en-ingenieria-electronica/profesorado>

Para acceder a la información de un/a profesor/a en el enlace anterior, basta con pinchar en el nombre del/a profesor/a.

3.- Información sobre las asignaturas de segundo curso

Las asignaturas vienen ordenadas por orden alfabético.

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GDFIIE30 - Doble Grado en Física + Ingeniería Electrónica**Curso** 2º curso**ASIGNATURA**

26651 - Análisis Vectorial y Complejo

Créditos ECTS : 9**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

En esta asignatura se presentan herramientas del cálculo diferencial e integral de funciones de varias variables reales, y se estudian las funciones de variable compleja, sus propiedades y aplicaciones.

Esta asignatura, junto con Álgebra Lineal y Geometría I, Cálculo Diferencial e Integral I y Métodos Matemáticos, forma un módulo cuyo objetivo central es la adquisición del utillaje matemático que permita al alumnado centrarse en los aspectos físicos de otros módulos. Asimismo, se adquirirá aprecio por la abstracción matemática y el rigor conceptual.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS**

- Comprender el concepto de diferenciabilidad de funciones de varias variables.
- Saber las técnicas del cálculo de derivadas de funciones de varias variables, derivadas parciales, derivadas direccionales, regla de la cadena, desarrollo de Taylor.
- Saber aplicar los teoremas de la función implícita y función inversa en diferentes cálculos.
- Conocer las técnicas del cálculo de extremos (absolutos y relativos con y sin restricciones) de funciones de varias variables.
- Saber plantear y resolver integrales de Riemann de funciones de varias variables, integrales de línea y de superficie, así como conocer sus aplicaciones geométricas y físicas.
- Conocer el significado geométrico y físico de los teoremas vectoriales para el cálculo de integrales de línea y superficie (teoremas de Green, Stokes y Gauss).
- Comprender el concepto de función analítica de una variable compleja.
- Saber plantear y resolver integrales de línea complejas.
- Conocer el Teorema Integral de Cauchy y la Fórmula de Cauchy.
- Saber desarrollar funciones de variable compleja en series de Taylor y Laurent.
- Saber aplicar el Teorema de los residuos al cálculo de integrales de línea complejas, integrales impropias reales y series numéricas.
- Apreciar la abstracción matemática y reconducirla para el cálculo concreto.
- Ser capaz de modelar matemáticamente situaciones físicas sencillas.
- Ser capaz de organizar un discurso lógico con apoyatura matemática.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Conocer teoremas pertinentes, considerar su aplicabilidad al caso concreto y, caso de ser aplicables, usarlos en un cálculo concreto.
- Ante una descripción verbal de un problema, graficar esquemáticamente su planteamiento, asignar símbolos a las magnitudes y coordenadas y plantear las ecuaciones matemáticas que describen el sistema.
- Analizar un texto prima facie matemático y encontrar fallos lógicos en el planteamiento, acompañar con discurso explicativo los cálculos de un problema no trivial.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. EXTREMOS. Derivadas parciales. Derivadas de orden superior. Teorema de Taylor. Extremos locales. Extremos condicionados. Extremos absolutos.
2. FUNCIONES IMPLÍCITAS. Teorema de la función implícita. Teorema de la función inversa.
3. INTEGRAL DOBLE. Integral de Riemann de funciones de dos variables sobre rectángulos. Integrales dobles sobre dominios generales. Cambio de variable en integrales dobles. Aplicaciones.
4. INTEGRAL TRIPLE. Integral de Riemann de funciones de tres variables sobre paralelepípedos. Integrales triples sobre dominios generales. Cambio de variable en integrales triples. Aplicaciones.
5. INTEGRALES DE LÍNEA. Trayectorias y longitud de arco. Integrales de línea de primera y de segunda especie. Reparametrizaciones. Integrales de línea sobre curvas geométricas.
6. INTEGRALES DE SUPERFICIE. Superficies parametrizadas y área. Integrales de superficie de primera y de segunda especie.
7. TEOREMAS DEL ANÁLISIS VECTORIAL. Operadores vectoriales. Teorema de Green. Teorema de Stokes. Campos conservativos. Teorema de la divergencia de Gauss.
8. NÚMEROS COMPLEJOS. Forma binómica y forma polar. Operaciones algebraicas. Raíces. La distancia en el plano complejo.
9. FUNCIONES DE VARIABLE COMPLEJA. Límites y continuidad. Derivada compleja. Condiciones de Cauchy-Riemann. Funciones holomorfas. Funciones armónicas.
10. FUNCIONES ELEMENTALES DE VARIABLE COMPLEJA. Polinomios. Raíces. Funciones racionales. La función

exponencial y el logaritmo. Potencias complejas. Funciones trigonométricas y sus inversas. Funciones hiperbólicas.

11. INTEGRACION COMPLEJA Y TEOREMAS DE CAUCHY. Curvas en el plano complejo. Integración de funciones de variable compleja sobre curvas. Teorema fundamental del cálculo integral. Teorema integral de Cauchy. Fórmula integral de Cauchy.

12. SERIES DE TAYLOR Y DE LAURENT. PUNTOS SINGULARES. Sucesiones y series de funciones. Series de potencias. Teorema de Taylor. Teorema de Laurent. Puntos singulares y su clasificación.

13. RESIDUOS Y SUS APLICACIONES. Definición de residuo. El teorema de los residuos. Métodos de cálculo de residuos. Cálculo de integrales definidas reales de funciones trigonométricas. Cálculo de integrales impropias de variable real. Transformada de Fourier. Transformada de Laplace. Suma de series.

METODOLOGÍA

Las clases se dividen en magistrales, prácticas de aula y seminarios de asistencia obligatoria, donde se utilizarán diferentes metodologías.

En las clases magistrales se estudiarán los contenidos teóricos, que vendrán acompañados de ejemplos prácticos que permitirán un aprendizaje basado en la resolución de problemas.

En las prácticas de aula se desarrollarán problemas relacionados con cada tema, con el objetivo de que el alumnado ponga en práctica el aprendizaje obtenido en las clases magistrales.

Finalmente, se realizarán seminarios en los que se profundizarán los contenidos teórico/prácticos.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	54	5	31						
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	81	7,5	46,5						

Leyenda: M: Magistral S: Seminario GA: P. de Aula
 GL: P. Laboratorio GO: P. Ordenador GCL: P. Clínicas
 TA: Taller TI: Taller Ind. GCA: P. de Campo

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 100%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados ¿incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas¿ en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

Al final de cada cuatrimestre se realizará un examen parcial. Si las notas parciales de cada cuatrimestre son iguales o superiores a 5 sobre 10, la nota final de la convocatoria ordinaria será la media de las notas parciales. No se considerará la nota media de las notas parciales si alguna de ellas es inferior a 5 sobre 10.

En la convocatoria ordinaria el o la estudiante se examinará del cuatrimestre o cuatrimestres que no haya superado previamente.

Criterios de evaluación:

- * Precisión en los razonamientos y definiciones
- * Corrección en el uso del lenguaje matemático
- * Métodos de argumentación claros y ordenados, explicando los pasos
- * Exactitud en los resultados de los ejercicios

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Examen escrito: 100%

Criterios de evaluación:

- * Precisión en los razonamientos y definiciones

- * Corrección en el uso del lenguaje matemático
- * Métodos de argumentación claros y ordenados, explicando los pasos
- * Exactitud en los resultados de los ejercicios

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

- J. E. Marsden, A.J. Tromba, Cálculo vectorial. 5ª ed., Addison-Wesley Iberoamericana, 2004.
 R. V. Churchill, J.W. Brown, Variable compleja y aplicaciones. 7ª ed., McGraw Hill, 2007.
 J. Duoandikoetxea, J. Rivas, Analisi Konplexua, Servicio Editorial de la UPV/EHU, 2017.

Bibliografía de profundización

- T. M. Apostol: Calculus, volumen 2. Reverté, 1973.
 F. Bombal, L. Rodríguez, G. Vera, Problemas de Análisis Matemático, Ed. Electolibris, 2017.
 B. P. Demidovich, 5000 problemas de Análisis Matemático. Ed. Paraninfo. 1980.
 L. Volkovyski, G. Lunts, I. Aramanovich, Problemas sobre la teoría de funciones de variable compleja. Ed. Mir Moscu, 1977.
 J. Mathews, R.L. Walker, Mathematical methods of physics. Addison-Wesley, 1970.
 J. E. Marsden, M.J. Hoffman, Análisis Clásico Elemental. Segunda Edición. Addison-Wesley Iberoamericana, 1998.
 D. Pestana Galván, J.M. Rodríguez García, F. Marcellán Español. Variable compleja. Un curso práctico. Ed. Síntesis, 2014.
 W.R. Derrick, Introductory complex analysis & applications. Academic Press, 1972.
 M. R. Spiegel, S. Lipschutz, J.J. Schiller, D. Spellman, Variable Compleja. McGraw Hill, 2009
 M. Rivas, Ejercicios de Funciones de Variable Compleja y Geometría Diferencial, 2010
 (<http://tp.lc.ehu.es/documents/problemas.pdf>).

Revistas

Direcciones de internet de interés

- T. Tao, Complex Analysis for Applications. <http://www.math.ucla.edu/~tao/resource/general/132.1.00w/>
 Mathematical Tripos: IA Vector Calculus: http://www.damtp.cam.ac.uk/user/sjc1/teaching/VC_2000.pdf
 George Cain. <http://people.math.gatech.edu/~cain/winter99/complex.html>

OBSERVACIONES

ASIGNATURA

26640 - Electromagnetismo I

Créditos ECTS : 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

Aspectos fundamentales del campo electromagnético.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Competencias del grado (Las 4 transversales):

G001. Aprender a plantear y resolver correctamente problemas.

G005. Ser capaz de organizar, planificar y aprender autónomamente.

G006. Ser capaz de analizar, sintetizar y razonar críticamente.

G008. Ser capaz de exponer ideas, problemas y resultados científicos de forma oral y escrita.

Competencias del módulo Conceptos Básicos (todas genéricas):

CM01. Adquirir los conocimientos necesarios para comprender con claridad los principios básicos de la Física Clásica, la Química y la Electrónica básicas y sus aplicaciones.

CM02. Plantear correctamente y resolver problemas que involucren los principales conceptos de la Física Clásica, la Química y la Electrónica y sus aplicaciones.

CM03. Documentarse y plantear de manera organizada temas relacionados con las materias del Módulo para afianzar o ampliar conocimientos y para discernir entre lo importante y lo accesorio.

CM04. Exponer por escrito y oralmente problemas y cuestiones sobre Física Clásica, Química y Electrónica, para desarrollar destrezas en la comunicación científica.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

Programa

1.- Introducción al EM

Interacción electromagnética, campos E y B. Ecuaciones de Maxwell en forma diferencial. Repaso de Análisis vectorial.

2.- Electrostática en el vacío

Campo y potencial electrostáticos. Teorema de Gauss. Ecuaciones de Poisson y Laplace:

3.- Electrostática de dieléctricos

Momento dipolar de átomos y moléculas, Polarización. Ley de Gauss en un dieléctrico, el vector desplazamiento.

Susceptibilidad y permeabilidad eléctricas, Densidad de energía del campo electrostático

4.- Corriente eléctrica

Ecuación de continuidad. Ley de Ohm, Fuerza electromotriz. Tendencia al equilibrio electrostático en conductores.

5.- Campo Magnético de las corrientes estacionarias

El campo magnético B. La ley de Biot y Savart, La ley circuital de Ampère. El potencial vector. Momento magnético.

6.- Campo magnético en la materia

Imanación, corrientes de imanación. Ley de Ampère en medios materiales, el vector H. Condiciones de los vectores magnéticos en la frontera entre dos medios.

7.- Inducción y energía magnética

Inducción electromagnética, ley de Faraday. Densidad de energía en el campo magnético.

8.- Las ecuaciones de Maxwell, Ondas electromagnéticas

Generalización de la ley de Ampère, corriente de desplazamiento. Las ecuaciones de Maxwell y la ecuación de ondas EM. Energía del campo electromagnético, el vector de Poynting.

METODOLOGÍA

Clases magistrales de teoría y clases prácticas de resolución de problemas.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	36	3	21						
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	54	4,5	31,5						

Leyenda: M: Magistral S: Seminario GA: P. de Aula
GL: P. Laboratorio GO: P. Ordenador GCL: P. Clínicas
TA: Taller TI: Taller Ind. GCA: P. de Campo

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 100%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

No presentarse al examen final contará como renuncia de convocatoria.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

No presentarse al examen final contará como renuncia de convocatoria.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

- 1) D.J. Griffiths, INTRODUCTION TO ELECTRODYNAMICS, 4th Edition, Cambridge University Press (2017)
- 2) J.R. Reitz y, F.J. Milford y R.W. Christy. FUNDAMENTOS DE LA TEORIA ELECTROMAGNETICA, Addison-Wesley Iberoamericana, Delaware (1996)
- 3) P. Lorrain y D.R. Corson CAMPOS Y ONDAS ELECTROMAGNETICOS, Selecciones Científicas, Madrid (1979)

Bibliografía de profundización

- 1) R. Feynman, D.R. Leighton y M. Sands. FISICA (vol II), Fondo Educativo Interamericano, Bogotá (1972)
- 2) E.M. Purcell. BERKELEY PHYSICS COURSE (Vol 2: Electricidad y Magnetismo) , Reverté, Barcelona (1994)

Revistas

Direcciones de internet de interés

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/ocw-fisica/elecmagnet/elecmagnet.shtml>
<http://academicearth.org/courses/physics-ii-electricity-and-magnetism>
<http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Physics/8-02Electricity-and-MagnetismSpring2002/CourseHome/>

OBSERVACIONES

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GDFIIE30 - Doble Grado en Física + Ingeniería Electrónica**Curso** 2º curso**ASIGNATURA**

26633 - Electrónica

Créditos ECTS : 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

La asignatura Electrónica es una asignatura obligatoria de 2º curso del Grado de Física (GFIS), del Grado de Ingeniería Electrónica (GIE) y del Doble Grado en Física y en Ingeniería Electrónica (Doble Grado FIE). En el grado en Física se sitúa dentro del módulo "Conceptos Básicos" mientras que en el grado en Ingeniería Electrónica se sitúa en el módulo "Fundamentos de la Ingeniería Electrónica". Es una asignatura cuyo objetivo es claramente introductorio, se trata de proporcionar los conocimientos básicos de electrónica a estudiantes que pretendan realizar estudios de ciencia y/o tecnología.

La asignatura afronta los fundamentos de la electrónica apoyándose en la abstracción de los elementos a parámetros concentrados. Por un lado, se establecen las bases de la teoría de circuitos que se utilizará para analizar redes eléctricas resistivas lineales y dinámicas lineales. Por otro lado, se pretende introducir al alumnado en el estudio de los dispositivos y configuraciones fundamentales de los sistemas electrónicos. Se presentarán los dispositivos electrónicos básicos que se utilizan en la mayor parte de los circuitos electrónicos actuales, estudiando sus características, su comportamiento dentro de los circuitos y las aplicaciones típicas tanto con señales analógicas como en conmutación.

Las prácticas de laboratorio correspondientes a la asignatura Electrónica se realizarán en el segundo cuatrimestre en la asignatura Técnicas Experimentales II (junto con las prácticas relacionadas con otras dos asignaturas de 2º curso "Mecánica y Ondas" y "Electromagnetismo I").

En la asignatura Electrónica se trabajan las técnicas básicas y los conceptos necesarios para abordar el estudio de dispositivos, circuitos y sistemas electrónicos más complejos en posteriores asignaturas como Instrumentación I (3º de GIE, 3º del Doble Grado FIE, y optativa de 3º-4º GFIS), Electrónica Analógica (3º de GIE, 4º de Doble Grado FIE y optativa de 4º GFIS), Circuitos Lineales y No Lineales (3º de GIE, 4º del Doble Grado FIE), Electrónica Digital (3º de GIE, 4º del Doble Grado FIE), y Dispositivos Electrónicos y Optoelectrónicos (3º de GIE, 4º del Doble Grado FIE).

Como requerimientos previos, es muy aconsejable que los y las estudiantes tengan habilidad en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales y de manejo de números complejos, exponenciales complejas y logaritmos.

En lo que respecta al ejercicio profesional, para los y las Ingenieros/as Electrónicos es imprescindible tener los conocimientos básicos sobre teoría de circuitos y dispositivos electrónicos que se trabajarán en esta materia, especialmente si dirigen su actividad a las áreas de Electrónica o Automática. En el caso de los y las Físicos/as, los conocimientos sobre dispositivos y circuitos electrónicos serán de gran utilidad para quienes dirijan su carrera profesional a la Física Experimental, ya que en la mayoría de las medidas de las diferentes magnitudes físicas se requieren circuitos electrónicos para el acondicionamiento de las señales. Para los y las Físicos/as que van a dirigir su actividad profesional al área de Nanotecnología y/o Ciencias de los Materiales, también es importante tener los conocimientos básicos de Electrónica, ya que conseguir transistores cada vez más pequeños y con capacidad para responder a señales cada vez más rápidas constituye un gran reto en esas áreas de conocimiento.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Al finalizar la asignatura, se espera que los y las estudiantes obtengan los siguientes resultados de aprendizaje:

-Resolver eficientemente circuitos electrónicos combinando la teoría de circuitos y el funcionamiento simplificado de los dispositivos electrónicos.

-Analizar y diseñar circuitos funcionales básicos utilizando el amplificador operacional.

-Utilizar adecuadamente la terminología básica asociada al área de electrónica.

-Comunicar de forma escrita, conocimientos, resultados e ideas relacionadas con los fundamentos de la electrónica.

Estos resultados de aprendizaje son una concreción de las competencias definidas a nivel de módulo y/o de asignatura en los planes de estudios del Grado en Ingeniería Electrónica y del Grado en Física.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1- Introducción a la electrónica

2- Sistemas electrónicos

Señales y sistemas analógicos y digitales. Bloques funcionales básicos. Ejemplos.

3- Bases de la teoría de circuitos

Aproximación de parámetros concentrados. Axiomas de la teoría de circuitos: leyes de Kirchhoff. Sistemas de ecuaciones de circuito: MNA y mallas.

4- Elementos de circuito y análisis de circuitos

Descripción de los elementos. Circuitos resistivos lineales. Circuitos dinámicos lineales en régimen sinusoidal. Teoremas de superposición, Thevenin y Norton.

5- Diodo y aplicaciones

Funcionamiento del diodo de unión. Circuitos de corriente continua. Circuitos de pequeña señal. Aplicaciones: Rectificadores y limitadores.

6- Transistor y aplicaciones

Transistores BJT: funcionamiento, circuitos CC, circuitos AC. Transistores FET: funcionamiento, circuitos CC, circuitos AC. Aplicaciones: Amplificación y Conmutación.

7- Amplificador operacional y aplicaciones

Conceptos básicos de amplificadores. Amplificador operacional. Aplicaciones: amplificador inversor, amplificador no inversor, seguidor de tensión, amplificador sumador, amplificador derivador, amplificador integrador, filtros activos, comparador de tensión.

METODOLOGÍA

En las clases magistrales se explicarán los conceptos teóricos relativos a la asignatura, ilustrándolos con sencillos ejemplos. Se utilizarán también recursos de internet como vídeos ilustrativos y enlaces a páginas web de interés. Además se propondrán relaciones de problemas a resolver por los y las estudiantes. En las prácticas de aula se desarrollarán ejemplos prácticos y se corregirán y discutirán los problemas propuestos impulsando la participación activa de las y los estudiantes. La metodología de aprendizaje más utilizada para la consecución de los resultados de aprendizaje de la asignatura será la resolución de problemas, que se realizará tanto individualmente como en grupo. Finalmente, se realizarán también seminarios teórico/prácticos de profundización de algunos de los temas tratados.

Además, se utilizará la herramienta eGela como otro medio de comunicación con el alumnado y como plataforma de difusión de material y recursos docentes. Se propondrán también tareas a través de eGela y dicha herramienta se utilizará para proporcionar el feed-back necesario para mejorar el aprendizaje.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	35	5	20						
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	52,5	7,5	30						

Leyenda: M: Magistral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 85%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 15%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

SISTEMA DE EVALUACIÓN CONTINUA:

A lo largo del periodo lectivo, el alumnado realizará diversas pruebas y actividades para valorar su progreso, con la siguiente ponderación:

-Entrega de tareas de aula y no presenciales: 15% de la nota final.

-Prueba de clase: 15% de la nota final. Consistirá en una prueba escrita individual que se realizará a mediados de cuatrimestre y que constará de 1 o 2 problemas a resolver. Como material adicional solo se permitirá el uso de calculadora.

En la fecha oficial establecida en el periodo de exámenes se realizará:

-Prueba final individual: (70% de la nota final). Consistirá en una prueba escrita que constará de 3 o 4 problemas a resolver. Al menos algún apartado de uno de los problemas de la prueba final se tratará de una pregunta a desarrollar. Como material adicional solo se permitirá el uso de calculadora.

La calificación final se obtendrá de la media ponderada de las calificaciones previas, pero es necesario sacar una nota mínima de 4 en la prueba final individual. En caso de no alcanzar este mínimo, la nota final será como máximo de un 4 sobre 10.

A lo largo del curso se irán dando orientaciones de mejora de las entregas realizadas para guiar al alumnado en la mejora de posteriores entregas.

RENUNCIA A LA EVALUACIÓN CONTINUA:

Se podrá renunciar a la evaluación continua dentro del plazo indicado en la normativa reguladora de evaluación: 9 semanas a contar desde el comienzo del cuatrimestre de acuerdo con el calendario académico del centro. La solicitud de renuncia a la evaluación continua se entregará por escrito al profesor de la asignatura. En este caso, la evaluación se realizará mediante el sistema de evaluación final.

SISTEMA DE EVALUACIÓN FINAL:

-Prueba final individual (100% de la nota final) en la fecha oficial establecida en el periodo de exámenes. Consistirá en una prueba escrita que constará de 4 o 5 problemas a resolver y dos preguntas a desarrollar. Como material adicional solo se permitirá el uso de calculadora.

RENUNCIA A LA CONVOCATORIA ORDINARIA:

Para renunciar a la convocatoria ordinaria será suficiente con no presentarse a la prueba final.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La convocatoria extraordinaria se evaluará mediante el SISTEMA DE EVALUACIÓN FINAL, de la siguiente forma:

-Prueba final individual (100% de la nota final) en la fecha oficial establecida a tal fin. Consistirá en una prueba escrita que constará de 3 o 4 problemas a resolver. Al menos algún apartado de uno de los problemas de la prueba final se tratará de una pregunta a desarrollar. Como material adicional solo se permitirá el uso de calculadora.

El alumnado que haya sido evaluado mediante evaluación continua en la convocatoria ordinaria podrá conservar los resultados positivos de la prueba de clase (15%) y/o de las tareas de aula y no presenciales (15%), restándose el porcentaje correspondiente al examen escrito, si esto resulta en su beneficio. En cualquier caso, es necesario sacar una nota mínima de 4 en la prueba final individual. En caso de no alcanzar este mínimo, la nota final será como máximo de un 4 sobre 10.

RENUNCIA A LA CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA:

Para renunciar a la convocatoria extraordinaria será suficiente con no presentarse a la prueba final.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Página web de la asignatura en eGela.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

- Mark N. Horenstein, "Circuitos y dispositivos microelectrónicos", Prentice-Hall Hispanoamericana, 1997 (2ª ed.).

Bibliografía de profundización

- Allan R. Hambley, "Electrical engineering: principles and applications", Pearson Prentice Hall, 2011 (5ª ed.).
- Anant Agarwal, Jeffrey H. Lang, "Foundations of analog and digital electronic circuits", Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, 2005.
- William H. Hayt, Gerold W. Neudeck, "Electronic circuit analysis and design", John Wiley & Sons, New York, 1995 (2ª ed.).
- Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith, "Circuitos microelectrónicos", Mc Graw-Hill, 2006 (5ª ed.).
- Norbert R. Malik, "Circuitos electrónicos: análisis, diseño y simulación", Prentice Hall, Madrid, 1996.
- Jacob Millman, Christos C. Halkias, "Electrónica integrada: circuitos y sistemas analógicos y digitales", Hispano Europea, Barcelona, 1991 (9ª ed.).

Revistas

Direcciones de internet de interés

<http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-002-circuits-and-electronics-spring-2007/>
<http://www.computerhistory.org/semiconductor/>
www.ieee.org

OBSERVACIONES

COURSE GUIDE

2026/27

Faculty 310 - Faculty of Science and Technology**Cycle** .**Degree** GDFIIE30 - Double Degree in Physics and Electronic Engineering**Year** Second year**COURSE**

26641 - Experimental Techniques II

Credits, ECTS: 6**COURSE DESCRIPTION**

THIS SUBJECT IS OFFERED ONLY IN SPANISH AND BASQUE.

However, it is English-friendly, meaning that incoming students may communicate with the instructors in English and may request to take exams in English.

In this experimental course, laboratory work associated with various theoretical contents of different courses (Mechanical Waves and Oscillations, Electromagnetism and Electromagnetic Waves, and Electronics) is carried out. These laboratory practicals provide a complementary perspective to the phenomena described in the theoretical courses. The experimental method, measurement techniques and instrumental technology will be mainly worked on.

COMPETENCIES/LEARNING RESULTS FOR THE SUBJECT

The competencies that will be worked on in this course are:

- Planning and safely solving simple science and engineering problems.
- Getting to know basic experimental techniques used in physics and / or electronic engineering.
- Skillfully setting up the experiments, and appropriately using measurement instrumentation, promoting group work.
- Communicating, both orally and in writing, knowledge, results and ideas based on or related to the experimental techniques.

These competencies are a concretion of the competencies defined at module and / or course level in the curricula of the Electronic Engineering Degree and the Physics Degree.

Theoretical and Practical Contents

The laboratory hands-on sessions carried out in this subject are divided into two blocks:

Block A: Oscillations, mechanical waves, electromagnetism and electromagnetic waves

- Forced and damped oscillations (M1)
- Standing waves on a string (M2)
- Electron charge / mass ratio (EM1)
- Variation of resistance with temperature (metals and semiconductors) (EM2)
- Magnetic fields of magnets and coils (EM3)
- Wavelength measurement and radiation diagram of a microwave transmitter (EM4)

Block B: Electronics

- Basic applications with diodes (E1)
- Basic applications with operational amplifiers (E2)
- Active filters for audio equalization (E3)

In addition to these obligatory laboratory practicals, and depending on the case, some extra laboratory practicals can be proposed to be carried out in order to deepen the student's knowledge:

- Thermoelectricity: Seebeck Effect
- Electric field and equipotential surfaces tracing
- The RC circuit as a filter

TEACHING METHODS

The course consists of a seminar (4 hours) and laboratory hands-on sessions (56 hours).

The seminar is held before the laboratory practicals and its aim is to emphasize the fundamental concepts (introduced and discussed in different courses of the degree) necessary for the development of the laboratory work. SEMINAR TYPE CLASSES ARE MANDATORY FOR ALL STUDENTS.

As for the practicals, in addition to the laboratory work, the relevant preparatory calculations and / or necessary reports should be carried out. ALL PRACTICALS (9 SESSIONS) ARE MANDATORY FOR ALL STUDENTS.

In addition, the eGela platform will be used as a means of communication with students and for the dissemination of material.

TYPES OF TEACHING

Types of teaching	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Hours of face-to-face teaching		4		56					
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a		6		84					

Legend: M: Lecture-based S: Seminar GA: Applied classroom-based groups
GL: Applied laboratory-based groups GO: Applied computer-based groups GCL: Applied clinical-based groups
TA: Workshop TI: Industrial workshop GCA: Applied fieldwork groups

Evaluation methods

- Continuous evaluation
- End-of-course evaluation

Evaluation tools and percentages of final mark

- Written test, open questions 30%
- Exercises, cases or problem sets 70%

ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

The assessment tests and activities of this course will be carried out in accordance with the principles of academic integrity, honesty, and ethical conduct established in the regulations of the University of the Basque Country (EHU). Upon joining the University, students signed the Declaration of Commitment to Ethical Conduct and Academic Honesty, thereby committing themselves not to engage in plagiarism, academic fraud, or the use of unauthorized materials or devices including artificial intelligence tools when they are not expressly permitted in academic tests and assignments. Failure to comply with these obligations may result in the academic and disciplinary consequences established in the current university regulations.

Assessment criteria for the continuous assessment system:

- Hands-on sessions (development/ completion in the laboratory and reports): 70% of the grade. All lab sessions will be weighed equally when calculating the grade for the practical sessions.
- Written exam that will be done after finishing the hands-on sessions: 30% of the grade. For students who follow the continuous assessment, this is the only exam of the ordinary call.

It is necessary to pass both the practical sessions and the written exam for the average to be taken. If it is not the case that both parts have a passing grade the maximum achievable grade for the class will be a 4 out of 10.

The evaluation of the subject will be done in blocks (A and B) and it will be necessary to pass both blocks to pass the whole subject (Block A: Mechanical waves and oscillations + Electromagnetism and electromagnetic waves. Block B: Electronics). To pass the subject it is mandatory to complete all the practicals (9 sessions).

Students who do not want to be graded based on the continuous evaluation must submit a written request to the person responsible for the course to waive the continuous evaluation within 9 weeks from the beginning of the semester. The final evaluation system will be applied to these students.

Evaluation criteria for the final evaluation system:

- Written exam, to be held on the official day of the exam: 30% of the grade.
- Laboratory test: 70% of the grade.

If the student passes the written test to be performed on the official exam date, he will have to take a specific practical test that will assess all the skills of the course. Successfully passing this test is necessary to pass the course.

Failure to attend the written exam set for the chosen assessment system will automatically waive the corresponding call. (In the continuous evaluation system this test will be done at the end of the laboratory works. In the case of the final evaluation system to the official exam date).

EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

The evaluation of this course will be carried out through the final evaluation system and will keep the positive results obtained in the continuous evaluation.

Failure to take the test set on the official exam date will automatically waive the corresponding call.

MANDATORY MATERIALS

Each student will enter the laboratory with the following materials: their laboratory notebook, paper, calculator, pen, pencil and eraser.

BIBLIOGRAPHY

Basic bibliography

- "Student Reference Manual for Electronic Instrumentation Laboratories", S. Wolf, Pearson Int. Ed, 1990.
- "Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio", S. Wolf, R. F. M Smith, Pearson Education, Mexico, 1992.
- "Laboratorio de Electricidad y Magnetismo", F. Nuñez, Ed. Urmo, Bilbao, 1972.
- "Fisika Praktika (I) Mekanika eta Elekrika", UEUko Fisika Saila, Bilbo, 1995.
- "Fisika zientzilaria eta ingeniariarentzat", P.M. Fishbane, S. Gasiorowicz eta S.T. Thorton, Servicio Editorial de la UPV/EHU, 2008.

Detailed bibliography

- "Microelectronic Circuits and Devices", Horenstein, M. NJ, Prentice-Hall, 1990
- "Design With Operational Amplifiers And Analog Integrated Circuits", Franco, S. , McGraw-Hill, 1998
- "Electronic Design: Circuits and Systems", C. J. Savant, M. S. Roden, G. L. Carpenter, Addison Wesley, 1990
- "Electronics", A. Hambley, Prentice Hall, 1999
- "Microelectrónica: circuitos y dispositivos", M. Horenstein, Prentice Hall Latinoamericana, 1997.
- "Diseño con amplificadores operacionales y circuitos integrados analógicos", S. Franco, 3a Edición, McGraw Hill Interamericana, Mexico, 2005.
- "Modern Magnetic Materials: Principles and Application", R. C. O'Handley, New York: Wiley, 2000

Journals

- Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Elsevier

Web sites of interest

- The eGela webpage of the course.
- Other links:
 - <http://www.lawebdefisica.com/contenidos/experim.php>
 - <http://academicearth.org/courses/circuits-and-electronics>
 - <https://ocw.mit.edu/courses/physics/8-02t-electricity-and-magnetism-spring-2005/labs/>
 - <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/45594/8-13-14Fall-2004-Spring-2005/OcwWeb/Physics/8-13-14Fall-2004-Spring-2005/Labs/index.htm>
 - <https://www.phywe.com/experiments-sets/university-experiments/>
 - <https://www.feynmanlectures.caltech.edu/info/>
 - <http://web.mit.edu/8.02t/www/802TEAL3D/visualizations/coursenotes/index.htm>

OBSERVATIONS

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GDFIIE30 - Doble Grado en Física + Ingeniería Electrónica**Curso** 2º curso**ASIGNATURA**

26642 - Física Moderna

Créditos ECTS : 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

Después de describir los diferentes métodos para analizar el mundo microscópico, se presentarán los límites de validez de la descripción de la física clásica y se introducirá la idea de la dualidad onda-corpúsculo. Asimismo, plantearemos y en algún caso sencillo resolveremos la ecuación de Schrodinger. Finalmente, la física estadística nos permitirá enlazar los mundos microscópicos y microscópicos.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Poseer los conocimientos necesarios para llegar a una comprensión global de los principios teóricos básicos de la asignatura.

Documentarse y plantear de manera organizada temas relacionados con la asignatura para afianzar o ampliar conocimientos y para discernir entre lo importante y lo accesorio.

Ser capaz de exponer por escrito y oralmente problemas y cuestiones sobre la asignatura, desarrollando destrezas en la comunicación científica.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

Bloque A: Eventos Cuánticos

- 1.- Teoría atómica. Modelos atómicos. Modelo de Rutherford.
- 2.- Primeros fenómenos cuánticos. La radiación del cuerpo negro. Teorías clásicas. Teoría de Planck.
- 3.- El efecto fotoeléctrico. Teoría de Einstein. El efecto Compton. Experimento de Franck-Hertz. Creación y aniquilación de pares. La naturaleza dual de la luz.
- 4.- Espectros atómicos. Modelo de Bohr del átomo hidrogenoide.
- 5.- El átomo de Sommerfeld. Reglas de cuantización de Bohr-Sommerfeld. Ejemplos. Crítica a la teoría cuántica antigua.
- 6.- Ondas (resumen)
- 7.- Postulado de de Broglie. Resultados experimentales. El experimento de la doble rendija: partículas clásicas, ondas, partículas microscópicas.
- 8.- Funciones de onda. Analogía con las ondas luminosas. Abandono del determinismo. Interpretación estadística de la función de onda.
- 9.- Transformadas de Fourier. Paquetes de ondas. Ejemplos. Principio de incertidumbre.
- 10.- La partícula libre unidimensional. Ecuación de Schrödinger.

Bloque B: Mecánica estadística

- 1.- Introducción. Microestados y macroestados. Ejemplos.
- 2.- Conjunto de N partículas distinguibles. Distribución de Boltzmann. Entropía. Función de partición.
- 3.- Ejemplos: El material paramagnético. El oscilador armónico.
- 4.- El gas monoatómico. Indistinguibilidad. El gas ideal. Propiedades. Distribución de velocidades. Paradoja de Gibbs.
- 5.- Gases ideales diatómicos. Rotaciones y vibraciones.
- 6.- Estadísticas cuánticas. Densidad de estados. El gas de electrones. El gas de fotones. La condensación de Bose.

Bloque C: Prácticas

- 1.- Efecto fotoeléctrico. El efecto Compton. Difracción de electrones. Espectros atómicos: H, He, Na, Hg, Cd. El borrador cuántico. Distribución de velocidades de Maxwell. Ley de Stefan-Boltzmann

METODOLOGÍA

Lecciones expositiva, resolución de problemas, demostraciones de laboratorio.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	24	3	18	15					
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	24	4,5	46,5	15					

Leyenda: M: Magistral S: Seminario GA: P. de Aula
GL: P. Laboratorio GO: P. Ordenador GCL: P. Clínicas
TA: Taller TI: Taller Ind. GCA: P. de Campo

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 70%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 30%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

- Ejercicios de evaluación realizados tras las prácticas.
- Examen escrito con resolución de problemas.
- El alumnado podrá renunciar a la evaluación continua, comunicándolo al profesorado por el canal adecuado.
- El no presentarse significara la renuncia a la convocatoria.
- Para poder superar la asignatura será necesario obtener al menos un 4 en cada una de las partes (prácticas y examen escrito) y que la media entre ambas sea igual o superior a 5.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

- Examen escrito con resolución de problemas.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

No hay material obligatorio.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

- * R. Eisberg & R. Resnick, "Física Cuántica", Editorial Limusa 1978.
- * P.A. Tipler, R.A Llewellyn "Modern Physics", Freeman 1999.
- * D.H. Trevena, Statistical Mechanics, 1996.
- * A.M. Glazer, J. Wark, Statistical Mechanics: a survival guide, Oxford University Press, 2001.

Bibliografía de profundización

- * C. Sánchez del Río (coord.) "Física Cuántica" (vol. 1 y 2). Eudema Universidad 1991.
- * R.P. Feynman, Vol III, The Feynmann Lectures on Physics, Fondo Educativo Interamericano.

Revistas

Direcciones de internet de interés

<http://www.ehu.eus/aitor/irakas/mes/main.html>

OBSERVACIONES

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados ¿incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas¿ en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

COURSE GUIDE

2026/27

Faculty 310 - Faculty of Science and Technology**Cycle** .**Degree** GDFIIE30 - Double Degree in Physics and Electronic Engineering**Year** Second year**COURSE**

26852 - Mathematical Methods

Credits, ECTS: 12**COURSE DESCRIPTION**

Introduction to ordinary differential equations and partial differential equations, probability and statistics and geometry.

COMPETENCIES/LEARNING RESULTS FOR THE SUBJECT

Degree competences (all transversal):

G001. Learn to pose and solve problems correctly.

G005. Be able to organize, plan and learn autonomously.

G006. Be able to analyze, synthesize and reason critically.

G008. Be able to present ideas, problems and scientific results orally and in writing.

All Mathematics module competences (all generic):

CM01. Appreciate mathematical abstraction and redirect it for the concrete calculation.

CM03. Be able to organize a logical discourse with mathematical support.

CM02. Approach correctly and solve problems involving the main concepts of Classical Physics, Chemistry and Electronics and their applications.

Theoretical and Practical Contents

Programme

1. Introduction to differential equations

Definition, classification. Concepts of existence, uniqueness and methods for obtaining solutions.

2. First order ordinary differential equations

Definition. Geometric meaning. Exact equations, separate variables. Integrating factors; separable and linear equations.

Transformation methods: homogeneous and Bernoulli equations.

3. Higher order ordinary differential equations

Reduction of order. Linear equations. Dependence and linear independence of functions. Linear homogeneous equations: fundamental solution system and Liouville formula. Complete linear equations: variation of constants and Cauchy method. Dirac Delta as a generalized function and elementary solution. Concept of distribution.

4. Systems of ordinary differential equations

Reduction to an equation. First integral. Linear homogeneous and complete systems. Exponential of matrices.

5. Laplace transformation

Definition and basic properties. Convolution Application to initial value problems for linear equations and systems of linear equations.

6. Power Series solutions

Regular and singular regular points. Frobenius method. Special functions: Hermite, Bessel, Legendre.

7. Nonlinear equations and stability theory

Stability concept. Balance points. Stability of linear systems. Linear stability Conservative systems.

8. Sturm-Liouville and Green's function

Spaces of functions and developments in sets of orthogonal functions. Problems with values at the border. Theory of Sturm-Liouville. Fourier series.

9. Partial differential equations

Introduction to partial differential equations. Boundary problems and separation of variables. Use of integral transformations in the resolution of boundary problems. Characteristics in second order equations: classification.

10. Probability

Introduction to probability. Basic discrete distributions. Probability distributions. Moments. Random variable functions.

Characteristic function. Central limit theorem.

11. Statistics

Statistics Estimators Estimation by confidence intervals.

12. Introduction to geometry

Geometry of curves. Geometry of surfaces.

TEACHING METHODS

Lectures on theoretical aspects, and practical problem-solving sessions.

TYPES OF TEACHING

Types of teaching	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Hours of face-to-face teaching	72	6	42						
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	108	9	63						

Legend: M: Lecture-based S: Seminar GA: Applied classroom-based groups
GL: Applied laboratory-based groups GO: Applied computer-based groups GCL: Applied clinical-based groups
TA: Workshop TI: Industrial workshop GCA: Applied fieldwork groups

Evaluation methods

- End-of-course evaluation

Evaluation tools and percentages of final mark

- Written test, open questions 100%

ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

- Written exam including problem-solving exercises.
- There will be a first term exam in January . Those students with at least a pass (5 out of 10) may choose to only sit the part corresponding to the second term in the ordinary call (final) exam. The marks from the partial exam will not be carried over to the resit (extraordinary call) exam.
- The exams may contain an eliminatory part.
- Not taking the ordinary call (convocatoria ordinaria) exam equals giving up the call (renuncia a la convocatoria).

EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

- Written exam including problem-solving exercises.

MANDATORY MATERIALS

A level of B2 or higher is recommended to attend courses taught in English.

BIBLIOGRAPHY

Basic bibliography

- * K. F. Riley, M. P. Hobson, and S.J. Bence Mathematical Methods for Physics and Engineering Cambridge University Press (3d rev. ed. 2006))
- * M. D. Greenberg Foundations of applied mathematics Prentice-Hall (1978)
- * J. Mathews and R.L. Walker Mathematical methods of physics Benjamin (1970)
- * H.F. Weinberger Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales Reverté (1986)
- * W. E. Boyce y R. C. DiPrima Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera 4[tm] Ed., Limusa (1998)
- * L. Elsgoltz Ecuaciones diferenciales y calculo variacional URSS (1994)
- * P. Z. Peebles Probability, random variables, and random signal principles McGraw-Hill (1987)
- * A. V. Pogoriélov, "Geometría diferencial", URSS

Detailed bibliography

Journals

Web sites of interest

OBSERVATIONS

A level of B2 or higher is recommended to attend courses taught in English.

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GDFIIE30 - Doble Grado en Física + Ingeniería Electrónica**Curso** 2º curso**ASIGNATURA**

26639 - Mecánica y Ondas

Créditos ECTS : 15**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

La asignatura de mecánica y ondas es de importancia fundamental en el grado de física y de ingeniería electrónica ya que los conceptos que en ella se adquieren son conocimientos fundamentales para la mayoría de las asignaturas de física. Es importante haber adquirido satisfactoriamente los conocimientos que se imparten en física general y en las asignaturas de matemáticas del primer curso. Además es importante llevar al día las asignaturas de matemáticas del segundo curso.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

M02CM01 Adquirir los conocimientos necesarios para comprender con claridad los principios básicos de la Física Clásica, la Química y la Electrónica básicas y sus aplicaciones
M02CM02 Plantear correctamente y resolver problemas que involucren los principales conceptos de la Física Clásica, la Química y la Electrónica y sus aplicaciones
M02CM03 Documentarse y plantear de manera organizada temas relacionados con las materias del Módulo para afianzar o ampliar conocimientos y para discernir entre lo importante y lo accesorio
M02CM04 Exponer por escrito y oralmente problemas y cuestiones sobre Física Clásica, Química y Electrónica, para desarrollar destrezas en la comunicación científica

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

Mecánica y Ondas

1. Fuerzas centrales (2 créditos)

El problema de dos cuerpos. Ecuaciones y constantes del movimiento. Energía potencial efectiva. El problema de Kepler: órbitas newtonianas. Órbitas no-newtonianas. Sección eficaz de dispersión. Dispersión de Rutherford.

2. Dinámica de los sistemas de partículas (0.3 crédito)

Propiedades fundamentales de los sistemas de partículas. Leyes de conservación.

3. Sistemas de referencia no inerciales e introducción al sólido rígido. (0.7 crédito)

Sistemas de coordenadas giratorios. Teorema de Coriolis. Definición y dinámica del sólido rígido respecto de un eje de giro fijo. El péndulo físico.

4. Mecánica analítica (2.5 créditos)

Elementos de cálculo variacional. Ligaduras y coordenadas generalizadas. Lagrangiano de sistemas conservativos y principio de Hamilton. Ecuaciones de Euler-Lagrange. Coordenadas cíclicas y principios de conservación. Hamiltoniano y ecuaciones canónicas. El espacio de las fases.

5. Relatividad especial (2 créditos)

Experimentos preliminares. Principio de relatividad y velocidad de la luz: Postulados de Einstein. Diagrama de Minkowski. Transformaciones de Lorentz. Contracción de Lorentz-FitzGerald y dilatación del tiempo. Transformación de velocidades. Dinámica relativista. Momento lineal. Masa y energía. Partículas sin masa. Efecto Doppler relativista. Emisión y absorción de fotones. Colisiones. Centro de masas relativista. Efecto Compton.

6. Sólido rígido (2.5 créditos)

Definición y cinemática del sólido rígido. Momento angular y tensor de inercia. Energía cinética. Teorema de los ejes paralelos y fórmula de Steiner. Ejes y momentos principales de inercia. Ecuaciones de Euler. Movimiento libre. Precesión del trompo simétrico con un punto fijo.

7. Pequeñas oscilaciones (2 créditos)

Equilibrio estable y oscilador armónico. Fasores. Oscilador armónico amortiguado. Oscilador armónico forzado. Resonancia. Principio de superposición. Análisis de Fourier y espectro. Pulsaciones. El oscilador armónico anisótropo en dos dimensiones: figuras de Lissajous. Oscilaciones acopladas. Modos normales: frecuencias y coordenadas normales. Oscilaciones forzadas y resonancia. La cuerda discreta y su límite continuo.

8. Movimiento ondulatorio (2.0 créditos)

Concepto de onda viajera. Velocidad de fase. Ecuación de ondas. Ondas armónicas: frecuencia y longitud de onda. Ondas periódicas. Análisis de Fourier. Medios dispersivos y velocidad de grupo. Ondas estacionarias. Ondas elásticas en una barra. Ondas de presión. Ondas transversales en una cuerda: polarización. Energía y momento lineal de las ondas. Ondas en dos y tres dimensiones. Ondas electromagnéticas planas. Efecto Doppler acústico.

9. Fenómenos ondulatorios (1.0 créditos)

Reflexión. Refracción. Coeficientes de reflexión y transmisión. Interferencia. Experimento de las dos rendijas. Difracción. Guías de onda.

METODOLOGÍA

En las clases magistrales se explican los conocimientos que los alumnos tienen que adquirir en la asignatura.

En las prácticas de aula se solucionan problemas que previamente se han propuesto a los alumnos con varios días de antelación para que puedan ser trabajados por ellos y les permita identificar las dificultades con las que se han encontrado.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	90	8	52						
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	135	12	78						

Leyenda: M: Magistral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 100%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Exámenes:100%

La nota mínima para superar cada cuatrimestre es 5.0.

El calendario de exámenes puede consultarse en el siguiente enlace

<http://www.ehu.eus/es/web/ztf-fct/horarios-examenes>

¿Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados ¿incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas¿ en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente"

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

En la convocatoria extraordinaria

Examen presencial escrito 100%

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

- * A. P. French, Relatividad Especial, Reverté 1996.
- * T. W. B. Kibble and F. H. Berkshire, Classical Mechanics, 4th ed. Addison Wesley Longman 1996.
- * A. Rañada, Dinámica Clásica, Alianza 1992.
- * J. R. Taylor, Classical Mechanics, University Science Books 2005.
- * M. Alonso y E. J. Finn, Física, vol. II, Fondo Educativo Interamericano 1986.
- * F. S. Crawford Ondas, Reverté 1991.

Bibliografía de profundización

Revistas

- * Physics Teacher
- * American Journal of Physics
- * European Journal of Physics

Direcciones de internet de interés

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/>
<http://www.colos.org/>
<http://webphysics.davidson.edu/Applets/TaiwanUniv/index.html>

OBSERVACIONES

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GDFIIE30 - Doble Grado en Física + Ingeniería Electrónica**Curso** 2º curso**ASIGNATURA**

26852 - Métodos Matemáticos

Créditos ECTS : 12**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

Introducción a las ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales, a la probabilidad y estadística y a la geometría.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Competencias del grado (Las 4 transversales):

G001. Aprender a plantear y resolver correctamente problemas.

G005. Ser capaz de organizar, planificar y aprender autónomamente.

G006. Ser capaz de analizar, sintetizar y razonar críticamente.

G008. Ser capaz de exponer ideas, problemas y resultados científicos de forma oral y escrita.

Todas las competencias módulo de Matemáticas (Genéricas las 3):

CM01. Apreciar la abstracción matemática y reconducirla para el cálculo concreto.

CM03. Ser capaz de organizar un discurso lógico con apoyatura matemática.

CM02. Plantear correctamente y resolver problemas que involucren los principales conceptos de la Física Clásica, la Química y la Electrónica y sus aplicaciones.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

Programa

1. Introducción a las ecuaciones diferenciales

Definición, clasificación. Conceptos de existencia, unicidad y métodos de obtención de soluciones.

2. Ecuaciones diferenciales ordinarias en primer orden

Definición. Significado geométrico. Ecuaciones exactas, variables separadas. Factores integrantes; ecuaciones separables y lineales. Métodos de transformación: ecuaciones homogéneas y de Bernoulli.

3. Ecuaciones diferenciales ordinarias de orden superior

Reducción de orden. Ecuaciones lineales. Dependencia e independencia lineal de funciones. Ecuaciones lineales homogéneas: sistema fundamental de soluciones y fórmula de Liouville. Ecuaciones lineales completas: variación de constantes y método de Cauchy. Delta de Dirac como función generalizada y solución elemental. Concepto de distribución.

4. Sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias

Reducción a una ecuación. Integral primera. Sistemas lineales homogéneos y completos. Exponenciales de matrices.

5. Transformación de Laplace

Definición y propiedades básicas. Convolución. Aplicación a problemas de valor inicial para ecuaciones lineales y sistemas de ecuaciones lineales.

6. Soluciones por series de potencias

Puntos ordinarios y singulares regulares. Método de Frobenius. Funciones especiales: Hermite, Bessel, Legendre.

7. Ecuaciones no lineales y teoría de la estabilidad

Concepto de estabilidad. Puntos de equilibrio. Estabilidad de los sistemas lineales. Estabilidad lineal. Sistemas conservativos.

8. Sturm-Liouville y función de Green

Espacios de funciones y desarrollos en conjuntos de funciones ortogonales. Problemas con valores en la frontera. Teoría de Sturm-Liouville. Series de Fourier.

9. Ecuaciones en derivadas parciales

Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales. Problemas de contorno y separación de variables. Uso de transformadas integrales en la resolución de problemas de contorno. Características en ecuaciones de segundo orden: clasificación.

10. Probabilidad

Introducción a la probabilidad. Distribuciones discretas básicas. Distribuciones de probabilidad. Momentos. Funciones de variable aleatoria. Función característica. Límite central del límite.

11. Estadística

Estadísticos. Estimadores. Estimación por intervalos de confianza.

12. Introducción a la geometría

Geometría de curvas. Geometría de superficies.

METODOLOGÍA

Clases magistrales de teoría y clases prácticas de resolución de problemas.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	72	6	42						
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	108	9	63						

Leyenda: M: Magistral S: Seminario GA: P. de Aula
GL: P. Laboratorio GO: P. Ordenador GCL: P. Clínicas
TA: Taller TI: Taller Ind. GCA: P. de Campo

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 100%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

- Examen escrito incluyendo resolución de problemas.
- Habrá un examen parcial en enero. Los alumnos que saquen un mínimo de aprobado (5 sobre 10) en el examen parcial podrán optar a hacer solamente la parte del segundo parcial en el examen de la convocatoria ordinaria. La nota del examen parcial no se mantendrá para el examen extraordinario.
- Los exámenes podrán tener una parte eliminatoria.
- No presentarse al examen final (convocatoria ordinaria) equivale a la renuncia a la convocatoria.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

- Examen escrito incluyendo resolución de problemas.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

A level of B2 or higher is recommended to attend courses taught in English.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

- * K. F. Riley, M. P. Hobson, and S.J. Bence Mathematical Methods for Physics and Engineering Cambridge University Press (3d rev. ed. 2006))
- * M. D. Greenberg Foundations of applied mathematics Prentice-Hall (1978)
- * J. Mathews and R.L. Walker Mathematical methods of physics Benjamin (1970)
- * H.F. Weinberger Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales Reverté (1986)
- * W. E. Boyce y R. C. DiPrima Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera 4^{ta} Ed., Limusa (1998)
- * L. Elsgoltz Ecuaciones diferenciales y calculo variacional URSS (1994)

* P. Z. Peebles Probability, random variables, and random signal principles McGraw-Hill (1987)

* A. V. Pogoriélov, "Geometría diferencial", URSS

Bibliografía de profundización

Revistas

Direcciones de internet de interés

OBSERVACIONES

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GDFIIE30 - Doble Grado en Física + Ingeniería Electrónica**Curso** 2º curso**ASIGNATURA**

26641 - Técnicas Experimentales II

Créditos ECTS : 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

En esta asignatura experimental se realizan prácticas asociadas a diversos contenidos teóricos de distintas asignaturas (Ondas Mecánicas y Oscilaciones, Electromagnetismo y Ondas Electromagnéticas, y Electrónica). Estas prácticas aportan una perspectiva complementaria a los fenómenos descritos en las materias teóricas. Se trabajarán fundamentalmente el método experimental, las técnicas de medida y la tecnología instrumental.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Las competencias que se trabajarán en esta asignatura son:

- Plantear y resolver con seguridad problemas sencillos de ciencia e ingeniería.
- Conocer técnicas experimentales básicas utilizadas en física y/o ingeniería electrónica.
- Mostrar destreza en el montaje de los experimentos, y utilizar de forma adecuada la instrumentación de medida, impulsando el trabajo en grupo.
- Comunicar, tanto de forma oral como escrita, conocimientos, resultados e ideas fruto de o relacionados con las técnicas experimentales trabajadas.

Estas competencias son una concreción de las competencias definidas a nivel de módulo y/o de asignatura en los planes de estudios del Grado en Ingeniería Electrónica y del Grado en Física.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

Las prácticas de laboratorio que se realizan en esta asignatura se dividen en dos bloques:

Bloque A: Oscilaciones, ondas mecánicas, electromagnetismo y ondas electromagnéticas

- Oscilaciones forzadas y amortiguadas (M1)
- Ondas estacionarias en una cuerda (M2)
- Relación carga/masa del electrón (EM1)
- Variación de la resistencia con la temperatura (metales y semiconductores) (EM2)
- Campos magnéticos de imanes y bobinas (EM3)
- Medida de longitud de onda y diagrama de radiación de un transmisor de microondas (EM4)

Bloque B: Electrónica

- Aplicaciones básicas con diodos (E1)
- Aplicaciones básicas con amplificadores operacionales (E2)
- Ecualizador de audio (E3)

Además de estas prácticas obligatorias, y dependiendo del caso, se realizará la profundización de alguna práctica extra:

- Termoelectricidad: Efecto Seebeck
- Trazado de campo eléctrico y superficies equipotenciales
- El circuito RC como filtro

METODOLOGÍA

La asignatura consta de un seminario (4 horas) y prácticas de laboratorio (56 horas).

El seminario se realiza antes de las prácticas y en el mismo se hace hincapié en los conceptos fundamentales (trabajados en distintas asignaturas del grado) necesarios para el desarrollo de las prácticas. Las clases tipo Seminario son obligatorias para todos los alumnos.

En cuanto a las prácticas, además del desarrollo en el laboratorio, se realizarán los cálculos previos y/o informes necesarios. Todas las prácticas (9 sesiones) son obligatorias para todos los alumnos.

Además, se utilizará la plataforma eGela como medio de comunicación con el alumnado y para la difusión de material y recursos docentes.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial		4		56					
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a		6		84					

Leyenda: M: Magistral S: Seminario GA: P. de Aula
GL: P. Laboratorio GO: P. Ordenador GCL: P. Clínicas
TA: Taller TI: Taller Ind. GCA: P. de Campo

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 30%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 70%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados (incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas) en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

Criterios de evaluación para el sistema de evaluación continua:

- Prácticas (desarrollo/realización en laboratorio e informes): 70% de la nota. Todas las prácticas tendrán el mismo peso para el cálculo de la nota de prácticas.
- Prueba escrita (se realizará al terminar las prácticas): 30% de la nota. En el caso de los alumnos/alumnas que opten por el sistema de evaluación continua éste examen será único y reemplazará al de la convocatoria ordinaria en fecha oficial de exámenes.

Para promediar ambas calificaciones se debe aprobar tanto las prácticas como la prueba escrita. En caso contrario, la nota final de la asignatura será como máximo un 4 sobre 10.

La evaluación de la asignatura se realizará por bloques (A y B) y será necesario aprobar los dos bloques para aprobar la asignatura (Bloque A: Ondas mecánicas y oscilaciones + Electromagnetismo y ondas electromagnéticas. Bloque B: Electrónica). Para aprobar la asignatura es obligatorio realizar todas las prácticas (9 sesiones).

Los y las estudiantes que no quieran participar en la evaluación continua deberán solicitar por escrito al responsable de la asignatura la renuncia a la evaluación continua en un plazo de 9 semanas desde el inicio del cuatrimestre. A estos estudiantes se les aplicará el sistema de evaluación final.

Criterios de evaluación para el sistema de evaluación final:

- Prueba escrita (se realizará en la fecha oficial de exámenes): 30% de la nota.
- Prueba de laboratorio: 70% de la nota.

Si el alumno supera la prueba escrita a realizar en la fecha oficial de exámenes, tendrá que realizar una prueba práctica específica que evaluará todas las competencias de la asignatura. Superar esta prueba de forma satisfactoria es necesario para aprobar la asignatura.

La no presentación a la prueba escrita fijada para el sistema de evaluación elegido supondrá la renuncia automática a la convocatoria correspondiente. (En el sistema de evaluación continua esta prueba corresponderá a la realizada al terminar las prácticas, en el caso del sistema de evaluación final a la fecha oficial de exámenes).

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La evaluación de esta asignatura se realizará a través del sistema de evaluación final y conservará los resultados positivos obtenidos en la evaluación continua.

La no presentación a la prueba fijada en la fecha oficial de exámenes supondrá la renuncia automática a la convocatoria correspondiente.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Cada alumno entrará al laboratorio con el siguiente material: su cuaderno de laboratorio, papel, calculadora, bolígrafo, lápiz y goma de borrar.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

- "Laboratorio de Electricidad y Magnetismo", F. Nuñez, Ed. Urmo, Bilbao, 1972.
- "Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio", S. Wolf, R. F. M Smith, Pearson Education, Mexico, 1992.
- "Student Reference Manual for Electronic Instrumentation Laboratories", S. Wolf, Pearson Int. Ed, 1990.
- "Fisika Praktika (I) Mekanika eta Elekrika", UEUko Fisika Saila, Bilbo, 1995.
- "Fisika zientzilaria eta ingeniariarentzat", P.M. Fishbane, S. Gasiorowicz eta S.T. Thorton, Servicio Editorial de la UPV/EHU, 2008.

Bibliografía de profundización

- "Microelectrónica: circuitos y dispositivos", M. Horenstein, Prentice Hall Latinoamericana, 1997.
- "Diseño con amplificadores operacionales y circuitos integrados analógicos", S. Franco, 3ª Edición, McGraw Hill Interamericana, Mexico, 2005.
- "Microelectronic Circuits and Devices", Horenstein, M. NJ, Prentice-Hall (1990)
- "Design With Operational Amplifiers And Analog Integrated Circuits", Franco, S., McGraw-Hill (1998)
- "Electronic Design: Circuits and Systems", C. J. Savant, M. S. Roden, G. L. Carpenter, Addison Wesley, 1990
- "Electronics", A. Hambley, Prentice Hall, 1999
- "Modern Magnetic Materials: Principles and Application", R. C. O'Handley, New York: Wiley, 2000

Revistas

- Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Elsevier

Direcciones de internet de interés

- Página web de la asignatura en eGela.
- Otros enlaces:
 - <http://www.lawebdefisica.com/contenidos/experim.php>
 - <http://academicearth.org/courses/circuits-and-electronics>
 - <https://ocw.mit.edu/courses/physics/8-02t-electricity-and-magnetism-spring-2005/labs/>
 - <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/45594/8-13-14Fall-2004-Spring-2005/OcwWeb/Physics/8-13-14Fall-2004-Spring-2005/Labs/index.htm>
 - <https://www.phywe.com/experiments-sets/university-experiments/>
 - <https://www.feynmanlectures.caltech.edu/info/>
 - <http://web.mit.edu/8.02t/www/802TEAL3D/visualizations/coursenotes/index.htm>

OBSERVACIONES