

26-27

GRADO EN FÍSICA
SEGUNDO CURSO

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



FÍSICA COMPUTACIONAL II

CÓDIGO 61042047

UNED

26-27**FÍSICA COMPUTACIONAL II****CÓDIGO 61042047**

ÍNDICE

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

NOMBRE DE LA ASIGNATURA	FÍSICA COMPUTACIONAL II
CÓDIGO	61042047
CURSO ACADÉMICO	2026/2027
DEPARTAMENTO	FÍSICA FUNDAMENTAL
TÍTULO EN QUE SE IMPARTE	GRADO EN FÍSICA
CURSO	SEGUNDO CURSO
PERIODO	SEMESTRE 1
Nº ETCS	6
HORAS	150.0
IDIOMAS EN QUE SE IMPARTE	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Física Computacional II es una asignatura obligatoria que se imparte durante el primer semestre del segundo curso del Grado en Física. Tiene asociados **6 créditos ECTS** (de 25 horas cada uno) y no tiene prácticas de laboratorio.

El objetivo básico de esta asignatura es el análisis y la aplicación de los métodos matemáticos que permiten la resolución de problemas en Física que no tienen solución analítica conocida o que consiguen abordar de manera aproximada el problema cuando la solución analítica es muy compleja. En esta asignatura estudiaremos **los fundamentos matemáticos de diversos métodos numéricos** y sus aplicaciones más generales.

Los **descriptores** principales de los contenidos son: Solución numérica de ecuaciones no lineales. Solución numérica de sistemas de ecuaciones. Interpolación y ajuste de curvas. Aproximación de funciones. Derivación e integración numéricas. Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias.

Esta asignatura se puede englobar dentro de una materia general denominada **Métodos Matemáticos de la Física**. En esta materia, el denominador común es el estudio de métodos matemáticos relevantes para la solución de problemas en Física. En la mayoría de las aplicaciones de estos métodos o técnicas numéricas es necesario y/o conveniente el **uso del ordenador** para la realización de los cálculos computacionales.

Esta asignatura es la continuación de **Física Computacional I** (asignatura obligatoria del segundo semestre del primer curso del Grado en Física) y está relacionada con otras asignaturas obligatorias del Grado, que son las asignaturas básicas de matemáticas de un Grado en Ciencias, como el **Álgebra**, el **Análisis Matemático** y los distintos **Métodos Matemáticos (I, II, III, IV)** así como la asignatura optativa denominada **Física Matemática**. Considerando que el alumno ya ha tomado contacto con el mundo de la física computacional durante el primer curso del Grado, en este curso se va a prestar especial interés al **contenido práctico de los métodos numéricos y a la implementación de los mismos**, haciendo uso de los programas y lenguajes de programación que normalmente se utilizan en

el ámbito de la física y las matemáticas (**programas de cálculo simbólico y lenguajes de programación**), con los que ya se trabajó en Física Computacional I.

Para valorar la utilidad de estos métodos numéricos se **aplicarán a la resolución de problemas físicos**, lo que nos permitirá trabajar con diferentes técnicas de computación y también manejar importantes conceptos de la física, que serán estudiados en detalle a lo largo de este Grado.

Los conocimientos sobre física computacional que se habrán adquirido después del curso resultarán de gran utilidad en otras asignaturas del Grado, como por ejemplo en **Álgebra, Análisis Matemático, Física Matemática o Sistemas Dinámicos**. También constituirán un punto muy importante para el futuro profesional e investigador del estudiante, ya que habrá profundizado en la programación de algoritmos y también habrá adquirido mayor destreza en el manejo de herramientas y paquetes de software informático de cálculo numérico y simbólico tipo Maxima/Octave/Maple/Mathematica/Matlab.

La asignatura de Física Computacional II puede contribuir al futuro perfil profesional y/o investigador del estudiante en las siguientes líneas:

1) Resolución de problemas complejos y desarrollo de pensamiento crítico y habilidades analíticas: La Física Computacional II enseña a los estudiantes a abordar problemas físicos y matemáticos complejos utilizando métodos numéricos y computacionales y requiere un enfoque analítico y crítico. Esta capacidad para resolver problemas complejos es esencial en muchas áreas, desde la investigación científica hasta el desarrollo de tecnologías innovadoras en la industria. Esta asignatura ayuda a los estudiantes a desarrollar estas habilidades al enfrentarse a desafíos complejos y al analizar los resultados obtenidos a través de métodos computacionales.

2) Flexibilidad para adaptarse a diferentes contextos y herramientas: Al trabajar con una variedad de métodos numéricos y herramientas de programación, los estudiantes adquieren la capacidad de adaptarse a diferentes entornos de trabajo y tecnologías emergentes. Esta flexibilidad es crucial en un mundo donde la tecnología y las metodologías están en constante evolución.

3) Aplicaciones en investigación, desarrollo tecnológico y preparación para carreras interdisciplinarias: Esta asignatura proporciona una base sólida en computación y análisis numérico que es relevante en una variedad de disciplinas científicas y técnicas. Los conocimientos adquiridos son aplicables en una amplia gama de campos, incluyendo la física teórica, la ingeniería, la astrofísica, la biología computacional y muchos otros. Los estudiantes pueden utilizar estas habilidades para realizar investigaciones avanzadas, modelar fenómenos naturales y desarrollar nuevas tecnologías. Los estudiantes que completen esta asignatura estarán bien preparados para carreras interdisciplinarias que requieran un conocimiento profundo tanto de física como de informática.

4) Desarrollo de proyectos de investigación independientes: A través de proyectos y ejercicios prácticos, los estudiantes tienen la oportunidad de aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en la asignatura a problemas reales. Esto fomenta el desarrollo de la autonomía, la creatividad y la capacidad para llevar a cabo investigaciones independientes, habilidades que son esenciales para una carrera exitosa en la investigación científica.

5) Desarrollo de habilidades computacionales avanzadas: En la era digital actual, contar con

habilidades sólidas en computación es fundamental en una variedad de campos científicos y técnicos. Esta asignatura proporciona a los estudiantes la oportunidad de desarrollar habilidades avanzadas en programación, análisis de datos y modelado computacional, habilidades que son altamente valoradas en el mundo laboral y en la investigación académica

6) Competitividad en el mercado laboral: Los graduados con habilidades en física computacional son altamente demandados en la industria, el sector académico y el gobierno. Esta asignatura ofrece a los estudiantes una ventaja competitiva en el mercado laboral al proporcionarles habilidades especializadas que son cada vez más importantes en el mundo moderno.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA

La asignatura Física Computacional II de segundo curso del Grado en Física tiene **6 créditos ECTS**. Esto equivale aproximadamente a unas **150 horas de estudio** en el cuatrimestre (16 semanas), es decir, **aproximadamente una dedicación por parte del estudiante de unas diez horas de trabajo por semana. Para afrontar con éxito la asignatura será necesario disponer de este tiempo de dedicación semanal.**

Como el objetivo de la asignatura es obtener soluciones a problemas que tienen una difícil solución analítica y aproximar conjuntos de datos por funciones analíticas, es necesario un conocimiento previo de tales problemas. Por lo tanto, es necesario conocer la teoría de funciones analíticas y su representación gráfica, tener nociones básicas de cálculo diferencial e integral, del cálculo de máximos y mínimos de funciones así como tener un conocimiento básico sobre ecuaciones diferenciales ordinarias. Además es necesario haber tenido contacto con espacios vectoriales y aplicaciones lineales, matrices y determinantes. Estos temas constituyen parte del contenido de las asignaturas **Análisis Matemático I y II y Álgebra**, que se estudian en el primer curso del Grado en Física. Los conocimientos básicos sobre ecuaciones diferenciales ordinarias se estudian en la asignatura de **Métodos Matemáticos I**.

Por último, recordamos que esta asignatura es eminentemente práctica y requiere el uso generalizado de herramientas de computación. Para que pueda poner en práctica los métodos estudiados y comprobar su utilidad en problemas concretos, **es muy aconsejable que el alumno disponga de un ordenador, tenga cierto manejo del mismo, sea capaz de instalar programas sencillos y conozca alguno de los lenguajes de programación más usuales.** El nivel requerido en este aspecto es el desarrollado en una asignatura básica de un Grado en Física como puede ser la de **Física Computacional I**. Aunque en la asignatura de Física Computacional II hay libertad para trabajar en cualquier lenguaje de programación o software de cálculo simbólico, es recomendable conocer o tener cierta soltura en el manejo de alguno de ellos: C, C++, FORTRAN, python, Mathematica, octave, Maple, Matlab, etc.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	EVA MARIA FERNANDEZ SANCHEZ (Coordinador/a de asignatura)
Correo Electrónico	emfernandez@fisfun.uned.es
Teléfono	91398-8863
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL

Nombre y Apellidos	MARIA DEL MAR SERRANO MAESTRO
Correo Electrónico	mserrano@fisfun.uned.es
Teléfono	91398-7126
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Como se indica en el apartado "Metodología" de esta Guía, el **Curso Virtual** es el instrumento fundamental para la tutorización y seguimiento del aprendizaje.

El curso virtual será la principal plataforma de comunicación entre el Equipo Docente y el estudiante. A través del mismo, el Equipo Docente propondrá material de estudio, problemas resueltos, pruebas de evaluación e informará de los cambios, novedades, así como de cualquier otro aspecto sobre la asignatura que estime oportuno. Del mismo modo, el estudiante encontrará en el curso las herramientas necesarias para plantear al Equipo Docente o a los Profesores Tutores cualquier duda relacionada con la asignatura o con las webconferencias que se impartan. Por consiguiente, es **imprescindible que todos los alumnos matriculados utilicen el curso virtual para el estudio de la asignatura.**

No obstante, el estudiante también podrá realizar consultas al Equipo Docente a través del correo, teléfono y presencialmente en los horarios establecidos para estas actividades. Los datos personales de contacto del Equipo Docente son:

Dra. Dña Eva María Fernández Sánchez (Coordinadora de la asignatura)

email: emfernandez@fisfun.uned.es

Tel.: 91 398 8863

Departamento de Física Fundamental. Facultad de Ciencias, UNED, Las Rozas.

Horario de atención al estudiante: miércoles lectivos, de 11:00 a 13:00h y de 15:00 a 17:00h

Dra. Dña Mar Serrano Maestro

e-mail: mserrano@fisfun.uned.es

Tel.: 91 398 7126

Departamento de Física Fundamental. Facultad de Ciencias, UNED, Las Rozas.

Horario de atención al estudiante: miércoles lectivos, de 12:00 a 14:00h y de 15:00 a 17:00h

Nota importante: Las necesidades del servicio pueden exigir cambios en la composición de los Equipos docentes durante el curso académico. En cualquier caso la información actualizada sobre composición del Equipo docente es la que se recoge en el apartado "Equipo Docente" de la presente Guía.

TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS

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

- **Tutorías de centro o presenciales:** se puede asistir físicamente en un aula o despacho del centro asociado.
- **Tutorías campus/intercampus:** se puede acceder vía internet.

Consultar horarios de tutorización de la asignatura 61042047

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

Esta asignatura contribuye a adquirir las siguientes **competencias específicas** del Grado en Física:

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

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

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

CE07 Ser capaz de identificar los principios físicos esenciales que intervienen en un fenómeno y hacer un modelo matemático del mismo; ser capaz de hacer estimaciones de órdenes de magnitud y, en consecuencia, hacer aproximaciones razonables que permitan simplificar el modelo sin perder los aspectos esenciales del mismo

CE08 Ser capaz de adaptar modelos ya conocidos a nuevos datos experimentales

CE10 Ser capaz de buscar y utilizar bibliografía sobre física y demás literatura técnica, así como cualesquiera otras fuentes de información relevantes para trabajos de investigación y desarrollo técnico de proyectos

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

En esta asignatura el estudiante desarrollará, además, las siguientes **competencias generales** del Grado:

CG01 Capacidad de análisis y síntesis

CG02 Capacidad de organización y planificación

CG03 Comunicación oral y escrita en la lengua nativa

CG04 Conocimiento de inglés científico en el ámbito de estudio

CG06 Capacidad de gestión de información

CG07 Resolución de problemas

CG08 Trabajo en equipo

CG09 Razonamiento crítico

CG10 Aprendizaje autónomo

CG11 Adaptación a nuevas situaciones

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Los **conocimientos principales** adquiridos serán:

- Adquirir conceptos de análisis numérico de aplicación en la física computacional.
- Entender la relación entre sistemas continuos y sistemas discretos.
- Entender la convergencia y la estabilidad de los métodos numéricos.
- Aprender a usar herramientas informáticas en el contexto de la matemática aplicada.

Las **principales destrezas** adquiridas serán:

- Ser capaz de discretizar un sistema continuo
- Ser capaz de modelizar computacionalmente un problema físico sencillo e implementar el modelo en el ordenador.
- Estimar el orden de magnitud del error cometido en una solución numérica.

Una vez el alumno haya superado la asignatura, estos serán los **resultados del aprendizaje más detallados**:

- Entender la relación entre los métodos de solución de ecuaciones y la representación gráfica de las funciones analíticas.
- Entender el fundamento de los métodos iterativos y cuáles son sus condiciones de aplicación.
- Saber extender los métodos válidos para la solución de una ecuación al caso de un sistema de ecuaciones.
- Conocer cuáles son los polinomios ortogonales más importantes y aprender a valorar su adecuación a diferentes problemas de aproximación y ajuste de curvas.
- Conocer los métodos básicos de descomposición de matrices.
- Conocer las diferencias entre métodos multipaso y métodos de Runge-Kutta para la integración de ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Entender la combinación de métodos explícitos e implícitos en un método predictor-corrector.
- Conocer las condiciones de aplicabilidad de los métodos numéricos y los orígenes de los errores cometidos en su aplicación.
- Entender la convergencia y la estabilidad de los métodos numéricos.
- Entender la relación entre sistemas continuos y sistemas discretos.
- Adquirir conceptos de análisis numérico de aplicación en la física computacional.
- Aprender a usar herramientas informáticas en el contexto de la matemática aplicada.

Una vez el alumno haya superado la asignatura, estas serán las **destrezas más detalladas**:

- Ser capaz de ajustar funciones a datos experimentales.
- Resolver sistemas de ecuaciones lineales y no lineales.
- Poder estimar cotas para los valores propios de una matriz.
- Obtener expresiones para derivadas de funciones a partir de operadores simbólicos y de polinomios interpolantes.
- Escoger los métodos de integración numérica más adecuados a los comportamientos de las funciones a integrar.
- Valorar las ventajas e inconvenientes de los métodos multipaso y los métodos Runge-Kutta

aplicados a diferentes tipos de ecuaciones diferenciales.

- Ser capaz de discretizar un sistema continuo.
- Estimar cotas de error en términos del paso de discretización.
- Estimar el orden de magnitud del error cometido en una solución numérica.
- Ser capaz de modelizar computacionalmente un problema físico sencillo e implementar el modelo en el ordenador.

CONTENIDOS

Tema 1. Resolución de ecuaciones no lineales

1. Método de la bisección
2. Método del punto fijo
3. Método de Newton y sus extensiones: método de la secante y de la falsa posición
4. Convergencia acelerada
5. Ceros de polinomios y método de Müller
6. Análisis de error y convergencia de los métodos

Tema 2. Solución de conjuntos de ecuaciones

1. Solución de sistemas lineales por eliminación
2. Factorización de matrices. Descomposición LU. Cálculo de determinantes
3. Métodos iterativos: Jacobi, Gauss-Seidel y relajación
4. Solución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales

Tema 3. Interpolación y aproximación polinomial

1. Interpolación y polinomio de Lagrange
2. Aproximación de datos y método de Neville
3. Interpolación por diferencias
4. Interpolación de Hermite
5. Interpolación por splines

Tema 4. Aproximación de funciones

1. Aproximación discreta por mínimos cuadrados
2. Aproximación por polinomios ortogonales: de Legendre, de Laguerre y de Chebyshev
3. Aproximación por funciones racionales
4. Aproximación polinomial trigonométrica. Series de Fourier.

5. Transformada rápida de Fourier

Tema 5. Derivación e integración numéricas

1. Derivación numérica
2. Extrapolación de Richardson
3. Elementos de integración numérica: fórmulas basadas en polinomios de interpolación
4. Integración numérica compuesta
5. Integración de Romberg
6. Métodos adaptativos de cuadratura
7. Cuadratura gaussiana
8. Integrales múltiples
9. Integrales impropias

Tema 6. Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias

1. Método de Euler
2. Método de la serie de Taylor
3. Métodos de Runge-Kutta
4. Métodos multipaso
5. Métodos de extrapolación
6. Ecuaciones diferenciales de orden superior y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias
7. Estabilidad y comparación entre métodos

METODOLOGÍA

Para el trabajo autónomo y la preparación de esta asignatura, los estudiantes deberán disponer del **texto de referencia base** que cubre ampliamente el temario de la asignatura y que será una herramienta muy útil en su futuro profesional o investigador.

La metodología de la asignatura está basada en la enseñanza a distancia con el apoyo de la **plataforma virtual de la UNED, Ágora**. A través de las herramientas proporcionadas por la plataforma, en el **curso virtual** el estudiante recibirá las orientaciones, el material complementario y el apoyo del Equipo Docente. Además, contará en el curso virtual con el apoyo y las **conferencias realizadas por los Profesores Tutores**.

Cuando sea necesario, el **Equipo Docente proporcionará material** aclaratorio de la referencia básica, también documentos de trabajo y ampliación, así como un conjunto de **ejercicios resueltos de cada tema**.

Todos estos materiales, complementarios al libro de texto básico, estarán disponibles en el curso virtual. A través del curso virtual el estudiante también podrá hacer consultas, preguntar sus dudas sobre los contenidos y transmitir sus inquietudes al Equipo Docente, a

los Profesores Tutores y a sus compañeros. También podrá contactar con el Equipo Docente a través del correo personal.

Además, **el Equipo Docente propondrá actividades prácticas de evaluación continua orientadas a afianzar los conocimientos mediante la aplicación de los métodos estudiados sobre problemas variados de interés en Física.**

El **trabajo autónomo del estudiante** es esencial para la consecución de los objetivos propuestos en la asignatura. El curso virtual dispondrá de suficientes elementos de ayuda (páginas con información, herramientas para la entrega de tareas, foros de discusión, tablón de noticias, etc.) para cumplir los objetivos propuestos.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	4
Duración del examen	120 (minutos)
Material permitido en el examen	

Se permite utilizar **un único libro de texto de teoría** que puede ser un ejemplar del texto de la Bibliografía Básica o cualquier otro, que podrá contener anotaciones del alumno. Este libro no puede prestarse a ningún compañero durante la realización de la prueba. (No se permiten fotocopias del libro, ni hojas sueltas dentro del mismo). También se permite utilizar **calculadora programable**.

Criterios de evaluación

Información sobre la prueba presencial (válida tanto para la modalidad A como para la B)

Objetivo de la actividad: La prueba presencial final es obligatoria para todos los estudiantes. Consta de problemas teórico/prácticos relativos a todos los temas del programa de la asignatura.

Información sobre la evaluación: El Equipo Docente de la Sede Central corregirá la prueba presencial. El estudiante podrá solicitar revisión de las calificaciones en el plazo y forma establecidos por la UNED.

En ambas modalidades de evaluación A y B, todos los estudiantes realizarán la misma prueba presencial según el sistema general de Pruebas Presenciales de la UNED. Es decir, para obtener la calificación máxima en la prueba presencial, todos los estudiantes deberán contestar a todas las cuestiones/problemas que se propongan en la prueba presencial. El estudiante debe responder de manera precisa a lo que se pregunta, justificando y razonando sus respuestas, explicando en detalle los pasos que se realicen y desarrollando los cálculos necesarios. El nivel de detalle exigido en las respuestas del examen es análogo al mostrado en los problemas resueltos proporcionados en el curso virtual.

La puntuación de cada una de las preguntas se incluirá en el enunciado de la prueba presencial, aunque debe de tenerse en cuenta que la evaluación del examen es global.

% del examen sobre la nota final	100
Nota del examen para aprobar sin PEC	5
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	10
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	5

Comentarios y observaciones

El estudiante puede optar por dos modalidades de evaluación en la asignatura:

•**Modalidad A (evaluación continua): Examen + PEC (Pruebas de Evaluación Continua)**

Esta modalidad de evaluación consiste en realizar una parte de evaluación continua a través de las actividades prácticas que tendrán lugar a lo largo del curso (PECs), y otra parte de evaluación asociada a la calificación de la prueba presencial (examen).

Se realizarán dos Pruebas de Evaluación Continua (PEC1 y PEC2). La PEC1 se realizará a mitad del primer cuatrimestre y la PEC2 al final del cuatrimestre. Las PECs podrán consistir en:

Cuestionarios en línea. El cuestionario consiste en una prueba objetiva realizada en línea y de manera síncrona para todos los estudiantes, de 1,5 horas de duración. Consistirá en cuestiones y problemas de respuesta múltiple sobre los contenidos de los temas de la asignatura.

La resolución de **pequeños proyectos de investigación** relacionados con variados ámbitos de la Física.

•**Modalidad B: (Sólo examen)**

Esta modalidad de evaluación consiste en la realización de una prueba presencial única (examen). Esta modalidad es la que permite cursar la asignatura a los estudiantes que, por las circunstancias que sean, no puedan realizar en los plazos establecidos las actividades propias de la evaluación continua de la modalidad A. Esta modalidad de evaluación permite alcanzar la máxima calificación de 10 puntos en la asignatura.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?	Si
Descripción	

Información sobre las Pruebas de Evaluación Continua (PECs)

Estas pruebas de evaluación son voluntarias.

Objetivo de las PECs: Para evidenciar la utilidad de los contenidos de la asignatura, las pruebas de evaluación continua (PECs) consistirán en cuestionarios en línea o en la resolución de pequeños proyectos de investigación de temas relacionados con variados ámbitos de la Física (Mecánica, Electricidad, Óptica, Relatividad y Electromagnetismo), propuestos por el Equipo Docente, para los que será necesario aplicar los métodos estudiados en el temario.

Número de PECs: Durante el curso se realizarán dos Pruebas de Evaluación Continua (PEC1 y PEC2). La PEC1 se realizará a mitad del primer cuatrimestre y la PEC2 al final del cuatrimestre.

Las dos Pruebas de Evaluación Continua en su conjunto tendrán una calificación máxima de 2 puntos (máximo un punto por cada una de las pruebas), que se sumarán a los puntos obtenidos en la prueba presencial siempre que en dicha prueba presencial el estudiante haya alcanzado una calificación de 5 puntos (nota de corte) sobre 10.

Criterios de evaluación

Tiempo de realización: En el caso de que la PEC consista en cuestionarios en línea el tiempo de realización será de hora y media. En el caso de que la PEC consista en el desarrollo de un pequeño proyecto de investigación se dispondrá aproximadamente de una semana para realizarlo.

Ponderación de la PEC en la nota final

Fecha aproximada de entrega

mitad de cuatrimestre/final de cuatrimestre

Comentarios y observaciones

Las fechas exactas de las PEC1 y PEC2 se comunicarán en el curso virtual con suficiente antelación.

La calificación obtenida en la evaluación continua (PECs) durante el curso se conservará para la convocatoria extraordinaria de septiembre. Las PECs solamente se podrán realizar en las fechas establecidas durante el curso.

Información sobre la evaluación de las PECs:

Las PECs del tipo cuestionario en línea: Al tratarse de cuestionarios objetivos en línea, el estudiante obtendrá **automáticamente** su calificación en el curso virtual al término de la prueba.

Las PECs del tipo proyecto de investigación: Serán **corregidas por los Profesores Tutores** utilizando los criterios homogéneos dictados por el Equipo Docente. El estudiante podrá solicitar revisión de las calificaciones en el plazo y forma establecidos en el curso virtual. **El nivel de detalle exigido en las respuestas de este tipo de PEC es análogo al mostrado en los problemas resueltos proporcionados en el curso virtual. El Equipo Docente o los Profesores Tutores podrán verificar, mediante entrevista personal con el estudiante, la autoría y el grado de adquisición de los aprendizajes asociados a los trabajos presentados.**

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

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

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?**Criterios generales de cálculo de la nota final****Para el estudiante que sigue la modalidad A de evaluación continua:**

Siempre y cuando el estudiante **haya alcanzado una calificación de 5 puntos (nota de corte) sobre 10 en el examen presencial**, la nota final será la suma de la nota del examen presencial más la nota ponderada de la evaluación continua. Las notas de la PEC1 y PEC2 serán evaluadas sobre 10. **Nota final = Examen Presencial + 0.1*PEC1 +0.1*PEC2.**

Si en el examen presencial el estudiante no supera los 5 puntos (nota de corte), la calificación final será la nota del examen presencial. **Nota final = Examen Presencial.**

Para el estudiante que sigue la modalidad B (sólo examen), su calificación final corresponde exclusivamente a la del examen presencial. Nota final = Examen Presencial.

En las dos modalidades de evaluación, para superar la asignatura, el estudiante deberá aprobar el examen presencial.

Convocatoria ordinaria de febrero: Para ser evaluado en la convocatoria ordinaria de febrero será necesario presentarse al examen presencial en esta convocatoria y se aplicarán los criterios generales.

Convocatoria extraordinaria de septiembre: Para ser evaluado en la convocatoria extraordinaria de septiembre será necesario presentarse al examen presencial en esta convocatoria y se aplicarán los criterios generales. Se recuerda que la calificación obtenida en la evaluación continua (PECs) durante el curso se conservará para la convocatoria extraordinaria de septiembre.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9786074816631

Título:ANÁLISIS NUMÉRICO9ª edición

Autor/es:Burden, Richard L. ; Faires, J. Douglas ;

Editorial:Cengage Learning

ISBN(13):9786075264042

Título:ANÁLISIS NUMÉRICO10ª edición

Autor/es:Burden, Richard L. ; Faires, J. Douglas ; Burden, Annette M. ;

Editorial:Cengage Learning

El libro de texto que se recomienda para seguir la asignatura es cualquiera de estos dos:

- "Análisis Numérico", Richard L. Burden, J. Douglas Faires, ISBN-13: 9786074816631, Editorial Cengage Learning, (9ª Edición), 2012.
- "Análisis Numérico", Richard L. Burden, J. Douglas Faires, ISBN-13: 9786075264042, Editorial Cengage Learning, (10ª Edición), 2017.

Cualquiera de estos libros cubre el programa completo de la asignatura Física Computacional II.

Cuando sea necesario, el Equipo Docente proporcionará material aclaratorio de la referencia básica, también documentos de trabajo y ampliación, así como un **conjunto de ejercicios resueltos** de cada tema.

Todos estos materiales, complementarios al libro de texto básico, estarán disponibles en el curso virtual, dentro de la plataforma Ágora.

Comentario sobre la selección del libro de texto básico recomendado:

Para seguir la asignatura hemos seleccionado un reconocido manual de referencia, el libro de "Análisis Numérico" de los autores **Burden y Faires**. De este libro existen ediciones en español y en inglés.

Dado que esta asignatura es de Grado, recomendamos el libro en alguna edición en español, pero por supuesto puede estudiarse con el libro en alguna edición en inglés.

De las dos ediciones en español recomendadas, la 9ª y la 10ª, existen algunas diferencias en cuanto a número de páginas y precio. La 9ª edición tiene 884 páginas y la 10ª edición 579 páginas. Es una diferencia notable: en la 10ª edición se han eliminado contenidos impresos que, supuestamente, solo se ofrecen en línea.

Desde el equipo docente **recomendamos la 9ª edición en español del libro** ya que incluye todos los contenidos y ejemplos resueltos, y, además, otro contenido impreso, que consiste en un conjunto de ejercicios propuestos, glosario de notación y algoritmos, revisión de capítulos, respuesta a ejercicios seleccionados, etc. Este otro contenido impreso no está disponible en la 10ª edición en español del libro (de ahí la reducción de páginas).

Alternativamente, para seguir la asignatura, puede utilizarse **cualquiera de las ediciones anteriores** de ese libro tanto en su edición en **español como en inglés**, ya que las diferencias son mínimas.

La última edición del libro en inglés es la 10ª: "**Numerical Analysis**", Richard L. Burden, J. Douglas Faires, Annette M. Burden, ISBN-13: 9781305253667, Editorial Cengage Learning, (10ª Edition), 2015.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9780070287617

Título:INTRODUCTION TO NUMERICAL ANALYSIS2nd ed.

Autor/es:Hildebrandt, F. B. ;

Editorial:TATA MACGRAW - HILL

ISBN(13):9780201601305

Título:ANÁLISIS NUMÉRICO :null

Autor/es:Kincaid, D. ; Martínez Enríquez, Rafael ; Torres Alcaraz, Carlos ; Cheney, Ward ;

Editorial:Addison-Wesley Iberoamericana

ISBN(13):9788429150582

Título:ANÁLISIS NUMÉRICO null

Autor/es:Cohen, Alan M. ;

Editorial:REVERTÉ

ISBN(13):9788497322805

Título:MÉTODOS NUMÉRICOS2004

Autor/es:Faires, J. Douglas ; Burden, Richard L. ;

Editorial:Thompson

ISBN(13):9789684443938

Título:ANÁLISIS NUMÉRICO CON APLICACIONES6ª

Autor/es:Gerald, Curtis F. ; Wheatley, Patrick O. ;

Editorial:PEARSON ADDISON-WESLEY

ISBN(13):9789706861344

Título:ANÁLISIS NUMÉRICO7ª

Autor/es:Burden, Richard L. ; Faires, J. Douglas ;

Editorial:INTERNACIONAL THOMSON EDITORES

Alternativamente a la bibliografía básica, se pueden utilizar otros libros que también cubren básicamente todo el contenido de esta asignatura:

• **"Análisis Numérico"**, BURDEN, R. L. y FAIRES, J. D.: ". Grupo Editorial Iberoamérica. Thomson Intenational en México. 7ª Edición, 2002.

(Nota: También puede utilizarse el libro "Métodos Numéricos", de los mismos autores, editado por Thomson Internacional en México porque las diferencias con el anterior son mínimas: **"Métodos Numéricos"** (3ª edición), *J. Douglas Faires y Richard Burden*, Thomson Editores, España, 2004.)

• **"Análisis numérico con aplicaciones"**, GERALD, C. F. y WHEATLEY, P. O.: 6ª edición, Editorial Pearson Educación, Prentice Hall, Méjico, 2000.

Otra bibliografía complementaria:

- HILDEBRAND, F. B.: Introduction to Numerical Analysis, Dover, New York.
- COHEN, A. M.: Análisis Numérico, Ed. Reverté, Barcelona, 1982.
- KINCAID, D. Y CHENEY, W.: Análisis numérico: Las matemáticas del cálculo científico, Addison Wesley Iberoamericana, 1994.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Los estudiantes dispondrán de diversos medios de apoyo al estudio, entre los que se pueden destacar:

- Los **Profesores Tutores** con los que cuenta esta asignatura, que constituyen un valioso recurso de apoyo. **Para cada tema de la asignatura los Profesores Tutores realizarán sesiones de webconferencia** que podrán ser seguidas en directo. Posteriormente, pondrán a disposición de los estudiantes las correspondientes grabaciones de estas sesiones, para poder ser seguidas en diferido.
- Las **tutorías presenciales** que se realizan exclusivamente en algunos centros asociados.
- Las **bibliotecas** de los Centros Asociados y de la Sede Central, donde el estudiante dispone de la bibliografía básica recomendada y, al menos, de una parte de la bibliografía complementaria recomendada.
- El **Curso Virtual**. La asignatura se imparte virtualizada, de modo que los estudiantes tienen la posibilidad de entrar en cualquier momento en el curso virtual y establecer contacto con el Equipo Docente de la Sede Central en los foros y a través del correo del curso virtual, así como con los Profesores Tutores y con sus compañeros. **Se recomienda al estudiante el seguimiento de la información y las actividades del curso virtual, ya que en él podrá encontrar información actualizada sobre aspectos relacionados con la organización académica del curso, las pruebas de evaluación continua y el material didáctico complementario para la preparación de la asignatura.** En concreto, el Equipo Docente proporcionará material aclaratorio de la referencia básica, también documentos de trabajo y ampliación, pruebas de evaluación continua así como un **conjunto de ejercicios resueltos** de cada tema.

Por otra parte, existen algunos **lenguajes de programación de acceso libre** (gwbasic, maxima, octave,...) que, por su sencillez, pueden resultar útiles para la resolución de problemas de cálculo numérico y para comprobar algunos resultados. La Facultad de Ciencias de la UNED ha integrado para descargar (en un pen drive por ejemplo) un compendio de **herramientas informáticas** de cálculo y para la presentación de trabajos científicos. Puede acceder a información en la página Descarga de software de la Facultad. Para realizar los trabajos propuestos es necesario hacer uso de algún programa de cálculo simbólico o lenguaje de programación. Si bien existen soluciones comerciales (como Mathematica o Intel Compiler) es recomendable el uso de software libre o gratuito para el desarrollo de los códigos. Algunas de las librerías más comunes en computación permiten

resolver directamente muchos de los problemas planteados. Recordamos que el objetivo de la asignatura no es hacer un uso mecánico de estas librerías, sino desarrollar soluciones propias que, eso sí, pueden compararse con los resultados obtenidos con ellas.

C, C++, FORTRAN

Existen compiladores gratuitos para Linux (gcc), MacOS (Xcode) y Windows (Visual Studio). Algunas librerías como GSL o Armadillo hacen más sencillo el trabajo con álgebra matricial. Librerías como LAPACK resuelven directamente muchos de los problemas planteados en los ejercicios, y pueden usarse para comparar los resultados con respecto a los desarrollos propios.

PYTHON

Es posible usar directamente el compilador de python o alguna de las suites de programación e IDE más usuales como anaconda, spyder o scipy. Librerías como matplotlib, numpy o pandas pueden facilitar también el trabajo de programación.

PROGRAMAS DE CÁLCULO SIMBÓLICO Y CÁLCULO NUMÉRICO

Existen programas como maxima u octave orientados al cálculo simbólico que pueden resultar menos complejos que la programación de alto nivel. Estos programas (además de los programas de pago Mathematica o Maple) resuelven con diversos comandos la mayor parte de los problemas planteados, por lo que pueden usarse para comparar las soluciones propias desarrolladas por los estudiantes.

También la UNED oferta a los estudiantes una versión gratuita de Maple. Maple es un programa matemático de propósito general capaz de realizar cálculos simbólicos, algebraicos y de álgebra computacional.

Matlab es una plataforma de programación y de cálculo numérico utilizada por científicos e ingenieros para analizar datos, desarrollar algoritmos y crear modelos. Su sintaxis está muy orientada al cálculo matricial y que permite la ejecución interactiva de instrucciones. Además de los cálculos de álgebra lineal, y otros cálculos numéricos, facilita la visualización científica de datos (experimentales o resultados de simulaciones), y también permite llevar a cabo cálculos simbólicos a través de un núcleo Maple. Matlab es un sistema comercial, al que los estudiantes tendrán acceso mediante una licencia “*campus-wide*” adquirida por la UNED. Los estudiantes tendrán la posibilidad tanto de instalárselo en sus ordenadores personales como de usarlo a través de la aplicación web de Matlab-online.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

gnuplot es un programa muy versátil para la representación de datos. Python, maxima y octave permiten también la representación usando funciones o librerías auxiliares. En última instancia, pueden usarse programas de ofimática como LibreOffice, OpenOffice, Excel o Numbers. El programa Easy Java Simulations, también de libre acceso, ofrece posibilidades de representación gráfica de funciones y de integración numérica.

IGUALDAD DE GÉNERO

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