

21-22

GRADO EN FÍSICA
PRIMER CURSO

GUÍA DE ESTUDIO COMPLETA



FÍSICA COMPUTACIONAL I

CÓDIGO 61041094

UNED

21-22

FÍSICA COMPUTACIONAL I

CÓDIGO 61041094

ÍNDICE

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

Nombre de la asignatura	FÍSICA COMPUTACIONAL I
Código	61041094
Curso académico	2021/2022
Departamento	FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUÍDOS
Título en que se imparte	GRADO EN FÍSICA
Curso	PRIMER CURSO
Periodo	SEMESTRE 2
Tipo	FORMACIÓN BÁSICA
Nº ETCS	6
Horas	150.0
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

¡Bienvenidos a la asignatura de Física Computacional II!

La Física Computacional es una modalidad de investigación en Física que se añade al método científico tradicional, basado en la realización de experimentos. La enorme potencia computacional de que se dispone hoy en día nos permite simular, mediante cálculos en un ordenador, el comportamiento de diversos tipos de sistemas físicos, lo que nos permite estudiarlos sin necesidad de realizar experimentos reales, muy costosos y complicados, a veces sencillamente imposibles de realizar en la práctica, sino solamente con experimentos virtuales.

La programación (y el uso de programas informáticos) NO es una ciencia exacta y está más relacionada con el desarrollo de habilidades técnicas que con conocimientos teóricos. Por esta razón, la aproximación que el Equipo Docente ha propuesto para esta asignatura es fundamentalmente experimental, análoga a unas técnicas experimentales. De este modo, los sistemas de programación estudiados en este curso deberán ser vistos como un laboratorio. El estudiante estudiará una teoría y, mediante experimentación (o sea, adquisición de técnica pero, también, prueba y error), llevará a cabo de forma individual una serie de ejercicios prácticos sencillos guiados por el equipo docente (tutores y profesores de la Sede Central).

La asignatura está dividida en dos partes:

- En una primera parte, se introducirá al estudiante al cálculo simbólico y numérico mediante el programa Maxima (<http://maxima.sourceforge.net/>) un sistema de cálculo simbólico de código abierto y, por tanto, gratuito. Existen alternativas comerciales más potentes y versátiles (como p. ej. el Maple y el Mathematica), pero este software es suficiente para esta asignatura. Esta primera parte **introducirá al estudiante una serie de conceptos matemáticos que se encontrará rutinariamente en todas las asignaturas del Grado:** expresiones matemáticas, ecuaciones y sistemas de ecuaciones, ecuaciones diferenciales ordinarias, ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, diferentes tipos de representaciones gráficas, etc. Esto se debe, en palabras de E. Wigner a que “las matemáticas en Física (y en general en las Ciencias Naturales) son mucho más que una mera herramienta, las matemáticas son el lenguaje en el que, aparentemente, están

escritas las leyes físicas” (The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences, Communications in Pure and Applied Mathematics 13 (1960)). El principal objetivo de esta parte es **aprender a organizar el trabajo de una manera ordenada y eficiente**, lo que resultará útil en el futuro independientemente de cuál sea el programa de cálculo que se emplee.

- En la segunda parte, se introducirá al estudiante a un lenguaje de programación de propósito general, **el lenguaje C, un lenguaje estándar tanto para simulaciones numéricas como para la programación de sistemas de adquisición de datos**, p.ej. en instrumentos de laboratorio. El compilador de C que se empleará será el de GCC (<http://gcc.gnu.org>) que ya incluye el entorno de desarrollo recomendado Code::Blocks (<http://www.codeblocks.org>), disponible para todos los sistemas operativos. En esta asignatura se usará el lenguaje C para simular algunos procesos físicos muy simplificados, lo que **permitirá trabajar con diferentes técnicas de simulación e introducir importantes conceptos de la física que serán estudiados en detalle posteriormente en el grado**: autosemejanza y fractalidad, procesos estocásticos, colectivos, periodicidad y caos, autoorganización, etc.

Esta asignatura, perteneciente a la materia básica de Matemáticas del grado, se puede ver como origen de una serie de materias en las que el denominador común es el uso del ordenador como potente (y muchas veces fundamental) herramienta de cálculo para analizar y resolver problemas de física y matemáticas. Esta serie continúa con Física Computacional II, asignatura obligatoria del primer semestre del segundo curso, y después se abre hacia los distintos Métodos Matemáticos (II, III, IV), en los que se estudiarán las herramientas para resolver problemas más complejos, y que se beneficiarán del conocimiento de los métodos de computación tratados en el presente curso. La utilidad de los conocimientos sobre física computacional que se habrán adquirido después resultarán de utilidad directa en otras asignaturas del grado, desde Álgebra o Análisis Matemático, a Física Matemática o Sistemas Dinámicos.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA

La Física del siglo XXI requiere una serie de habilidades previas comunes a muchas otras disciplinas. Dos de ellas, muy importantes, son el conocimiento del Inglés y el conocimiento de la Informática. **El Inglés es necesario para leer la mayor parte de la información científica**: muchas referencias en Internet se recomendarán en esta asignatura, y en otras los textos de referencia están en esa lengua; conviene practicarla y mejorarla para aprovechar esta asignatura y también el resto del Grado. La informática, es decir, el uso de un ordenador como herramienta de trabajo, es otro requisito. Hasta los años 1980 un físico podía hacer su trabajo sin usar ordenadores. Hoy en día, esto es imposible: **cualquier científico tiene el ordenador como herramienta de trabajo y cualquier físico es un**

usuario avanzado de estas máquinas.

Esta asignatura, del primer curso del Grado, no tiene requisitos previos en cuanto a asignaturas del Grado en Física imprescindibles para seguirla. Sin embargo, sí tiene una serie de requisitos previos, algunos necesarios para seguir el Grado en Física en general, otros referidos al uso del ordenador, en particular.

La Física es una disciplina muy matemática. La Física computacional, también lo es. Especialmente en la primera parte (cálculo simbólico con Maxima), **se requerirá que el estudiante esté familiarizado con conceptos matemáticos básicos** (a nivel de Bachillerato): operaciones con vectores y matrices, solución de ecuaciones, cálculo y propiedades de derivadas e integrales, concepto de ecuación diferencial, etc. Todos estos conocimientos se repasarán o introducirán (los más avanzados) en la asignatura, con el mínimo detalle necesario para resolver los ejercicios planteados en ella. No obstante, también se beneficiarán de haber estudiado antes las asignaturas de matemáticas del primer semestre, Análisis Matemático I y Álgebra, o estar estudiando simultáneamente las del segundo, Análisis Matemático II y Métodos Matemáticos I.

En esta asignatura se introducirá el uso del ordenador como herramienta para hacer Física. Pero antes ya **hay que estar familiarizado con un sistema operativo**: Unix/Linux (recomendado), Windows o Mac OS. Por supuesto, se debe saber crear y modificar archivos y directorios; entre otras cosas, cambiar sus nombres y extensiones. También se debe estar familiarizado con los programas instalados en el ordenador con el que se vaya a trabajar y saber y poder instalar nuevos programas en él. Todos estos conocimientos se deberían haber adquirido durante un Bachillerato o con el uso habitual de un ordenador. Esta asignatura no presupone conocimientos de programación. Esto se irá aprendiendo por el método habitual de estudiar un código de ejemplo y experimentar modificándolo antes de llegar a construir código propio desde cero. No obstante, está claro que quien disponga de conocimientos previos de algún lenguaje de programación avanzará al principio mucho más rápido al estar familiarizado con conceptos elementales como los de variable, asignación, condición, bucle, función, etc.

IMPORTANTE: Aquellos estudiantes que sólo cumplan los requisitos mínimos (en cuanto a conocimientos matemáticos e informáticos previos) deberán seguir al pie de la letra las instrucciones dadas por el equipo docente en cuanto al software que utilizar y los procedimientos informáticos que llevar a cabo con él. Los que dispongan de más autonomía, podrán explorar otras posibilidades. El equipo docente no proporcionará asistencia técnica sobre problemas relacionados con la configuración particular del ordenador o con la falta de unas competencias básicas en el uso de las tecnologías de la información.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos
Correo Electrónico
Teléfono
Facultad
Departamento

DANIEL RODRIGUEZ PEREZ (Coordinador de asignatura)
drodriguez@ccia.uned.es
91398-9196
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS

Nombre y Apellidos	PEDRO CORDOBA TORRES
Correo Electrónico	pcordoba@ccia.uned.es
Teléfono	91398-7141
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS

Nombre y Apellidos	MANUEL ARIAS ZUGASTI
Correo Electrónico	maz@ccia.uned.es
Teléfono	91398-7127
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS

Nombre y Apellidos	RUBEN DIAZ SIERRA
Correo Electrónico	sierra@ccia.uned.es
Teléfono	91398-7219
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

El Equipo Docente ofrecerá una completa tutorización de la asignatura a través de su **Curso Virtual** en la plataforma aLF de la UNED. Este curso virtual será la principal plataforma de comunicación entre el Equipo Docente y el alumno. A través del mismo, el Equipo Docente realizará el seguimiento del aprendizaje de los estudiantes e informará de los cambios, novedades, así como de cualquier otro aspecto sobre la asignatura que el Equipo Docente estime oportuno. Del mismo modo, el estudiante encontrará en el curso las herramientas necesarias (foros, correo) para plantear al Equipo Docente cualquier duda relacionada con la asignatura.

Por consiguiente, es **imprescindible** que todos los alumnos matriculados utilicen esta plataforma virtual para el estudio de la asignatura.

Para cualquier tipo de consulta se recomienda utilizar los foros de debate habilitados en el Curso Virtual de la asignatura. Son revisados continuamente por el Equipo Docente y permiten una comunicación rápida y directa entre profesores, alumnos y tutores.

Además de esta vía de comunicación ordinaria, los estudiantes podrán contactar con el coordinador del equipo docente:

Daniel Rodríguez Pérez
drodriguez@ccia.uned.es
Tel. 913987127

El horario de atención al alumno por parte del Equipo Docente de la Sede Central será: **lunes** (excepto en vacaciones académicas) de **16:00 a 20:00**. En caso de que el lunes sea día festivo, la guardia pasará al siguiente día lectivo.

Los despachos de los profesores se encuentran en la planta baja del Centro Asociado de Madrid - Las Rozas, departamento de Física Matemática y de Fluidos. Avda. Esparta s/n - 28232 Las Rozas, Madrid.

El horario de las tutorías en los centros asociados se debe consultar en el apartado referido a ello en esta 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 61041094

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

En esta asignatura el estudiante adquirirá 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
- 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

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

- CG01** Capacidad de análisis y síntesis
- CG03** Comunicación oral y escrita en la lengua nativa
- CG04** Conocimiento de inglés científico en el ámbito de estudio
- CG07** Resolución de problemas
- CG09** Razonamiento crítico
- CG10** Aprendizaje autónomo

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

El resultado de aprendizaje asociado a esta asignatura según la memoria del Grado es:

- Aprender a programar en un lenguaje relevante para el cálculo científico.

Esto quiere decir que, tras cursarla y superarla, el estudiante:

1. Sabrá formalizar un problema físico sencillo en un lenguaje de programación.
2. Conocerá las principales ventajas de un lenguaje de computación simbólica (Maxima).

3. Sabrá escribir pequeños programas de resolución de problemas algebraicos y numéricos en un lenguaje de computación simbólica.
4. Conocerá las principales ventajas de un lenguaje de programación compilado como el C.
5. Sabrá escribir pequeños programas de resolución de problemas de física computacional en lenguaje C.
6. Conocerá varias de las técnicas de la física computacional empleadas en la investigación en física actualmente.

CONTENIDOS

Tema 1. Introducción a la física computacional

- Instalación y funcionamiento básico de Linux. Configuración.
- Mantenimiento: repositorios y sistemas de gestión de paquetes.
- Instalación de paquetes adicionales

INTRODUCCIÓN

En este capítulo presentamos nuestras recomendaciones sobre la parte más importante de un ordenador: su sistema operativo. En la actualidad la superioridad de los sistemas de tipo Unix conocidos como Linux está fuera de toda duda, tanto es así que los sistemas incorporados por los ordenadores Macintosh (el MacOS) llevan por debajo un sistema tipo Unix. Otro ejemplo es la empresa Google, donde por problemas de seguridad se ha prohibido el uso de ningún tipo de sistema operativo que no sea Linux o MacOS.

El objetivo de este primer tema del curso es orientar a los estudiantes a hacer una buena elección sobre el SO de su máquina, y ofrecerles algunas orientaciones que les ayuden a ponerse en marcha de manera autónoma. De todas formas, nuestra asignatura no es como la empresa Google, aquí respetamos la elección que cada cual haga sobre el SO que quiere usar, y ningún sistema operativo está proscrito. Por este motivo, en la documentación del curso también proporcionaremos instrucciones para los alumnos que trabajen en un entorno MS Windows.

En un nivel de importancia inferior al sistema operativo, otro componente fundamental del software con el que se equipa cualquier ordenador es un procesador de textos. Por limitaciones de tiempo en esta asignatura esta materia no entra en nuestro temario, pero dada su importancia en la introducción del curso hemos incluido algo de información sobre los tipos de documentos científicos más habituales y sobre los programas informáticos que pueden usarse para generarlos, y junto con esta información también transmitimos nuestra recomendación (LaTeX o LyX). De todas formas, igual que antes en esta asignatura no imponemos el uso de ningún procesador de textos en particular, lo único que de verdad solicitamos es que cualquier documento que nos envíen esté en el formato que, hoy por hoy,

es el estándar para cualquier tipo de documento escrito, en PDF. Después de leer el material suministrado en este capítulo esperamos que el alumno se encuentre orientado hacia lo que es el uso de ordenadores en Física, que es el objetivo de esta asignatura.

El estudiante encontrará más información en los apuntes disponibles en el curso virtual.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar el estudio de este tema el estudiante será capaz de:

- Instalar sistemas operativos Linux en ordenadores personales.
- Realizar el mantenimiento básico de dicho sistema operativo.
- Instalar y desinstalar aplicaciones adicionales no incluidas en el sistema operativo.

RECOMENDACIONES PARA EL ESTUDIO

Para el estudio de este tema es fundamental disponer de un ordenador personal y de acceso a Internet. Nuestra recomendación es sencillamente lanzarse a usar las aplicaciones informáticas que se mencionan en este tema sin complicarse demasiado la existencia.

Aparte de aprender a usar un sistema operativo eficiente y seguro, otro objetivo de este tema es que los estudiantes vayan adquiriendo cierta destreza para resolver sus propios problemas por sí mismos (que al fin y al cabo es lo que tendrán que hacer en el futuro). En este sentido una de las grandes ventajas del sistema operativo Linux es la inmensa cantidad de documentación sobre cuestiones concretas que existe en Internet. Cualquier problema concreto con que los alumnos encuentren, seguro que ya se lo ha encontrado alguien, y seguro que la solución está disponible en Internet en el foro de usuarios adecuado.

La recomendación general para este tema es, por tanto, instalar un Linux en un ordenador personal, configurar los periféricos habituales que tengamos (impresora, scanner, cámara digital, monitores secundarios, . . .), aprender a controlar la configuración del aparato (resolución del monitor), y aprender a usar los programas básicos incluidos en el sistema (Open Office como herramienta básica [sin calidad profesional] para generar documentos, lectores de documentos PDF, etc.). En el transcurso de estas operaciones es posible que surja alguna dificultad (no es seguro, pero es posible), de hecho el alumno debería intentar hacer cosas cada vez más complicadas con el ordenador, hasta que se encuentre con alguna dificultad, y en ese momento debería acudir a Internet, para aprender a buscar por sí mismo la solución a sus problemas como usuario de Linux. Dado que el curso virtual dispondrá de un “foro de alumnos”, éste puede ser un lugar idóneo para hacer públicas sus dudas y sus respuestas, entre usuarios, que es la base del gran desarrollo de los sistemas operativos de código abierto y, por qué no decirlo, del desarrollo científico.

Por cierto, en el mundo actual, global e inter-conectado, hay que acostumbrarse a usar las lenguas más extendidas en cada actividad profesional. En el mundo de la tecnología y de la ciencia la lengua más extendida es, fuera de toda duda, el Inglés. Si estamos buscando en

Google cómo resolver un problema sobre (por ejemplo) instalación de un segundo monitor para un portátil, nuestras posibilidades de éxito son mucho mayores si empleamos la lengua de uso más extendido para realizar la correspondiente búsqueda de respuestas con Google.

Tema 2. Introducción a Maxima

- Estructura y comandos básicos.
- Sesiones: input y output.
- Números (enteros, de coma flotante, de precisión infinita).
- Vectores, matrices y funciones.
- Comandos habituales para la manipulación de expresiones matemáticas.

INTRODUCCIÓN

Máxima es un programa gratuito de código abierto que permite realizar diversos cálculos tanto simbólicos como numéricos. Actualmente existen paquetes de software más potentes y de uso más extendido (como el Maple o el Mathematica), pero para esta asignatura nos hemos decidido por el paquete de código abierto. Las ideas generales sobre cómo se usan este tipo de programas de forma eficiente son comunes a todos ellos, de modo que esperamos que esta parte de la asignatura sea útil en el futuro, independientemente de cuál sea el programa de cálculo simbólico que se emplee.

El estudiante encontrará más información (teoría, ejemplos resueltos, etc.) en los apuntes disponibles en el curso virtual.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar el estudio de este tema el estudiante será capaz de:

- Descargar e instalar el programa Maxima.
- Abrir y cerrar sesiones tanto en línea de comandos como en entorno grá_co, salvar sesiones para uso posterior.
- Realizar operaciones básicas con el Maxima.
- Realizar manipulaciones algebraicas de expresiones simbólicas.
- Definir funciones matemáticas con el Maxima
- Definir matrices y vectores y operar con ellos.

RECOMENDACIONES PARA EL ESTUDIO

Para el estudio de este tema se recomienda realizar la instalación del Maxima siguiendo los pasos de los apuntes del curso y empezar a trabajar con él realizando los ejercicios recomendados en el tema.

Tema 3. Aplicaciones de Maxima en Álgebra

- Operaciones con números, vectores y matrices.

INTRODUCCIÓN

Una vez nos hemos familiarizado con el uso del Maxima a nivel elemental, en este capítulo aprenderemos a trabajar de manera rutinaria con el Maxima usando las operaciones más habituales en álgebra (cálculos de autovalores y autovectores, y cambios de base). A medida que vayamos viendo el tipo de trabajo que estos programas informáticos pueden hacer, aprenderemos lo inmensamente útiles que pueden llegar a ser cuando se sabe cómo usarlos.

Lejos de quitar importancia a las asignaturas tradicionales de matemáticas, en esta asignatura queremos transmitir todo lo contrario, es totalmente fundamental tener un grado de comprensión profundo de todos los conceptos matemáticos que se estudian en dichas asignaturas. Si tenemos un conocimiento claro sobre cómo funcionan las matemáticas que estamos empleando, y un objetivo claro sobre lo que queremos calcular, los paquetes informáticos como el Maxima (o similares) nos permiten realizar en muy pocos minutos cálculos y representaciones gráficas que hace algunos años precisarían muchos meses (a veces incluso años) de trabajo.

El estudiante encontrará más información (teoría, ejemplos resueltos, ejercicios propuestos, etc.) en los apuntes disponibles en el curso virtual.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar el estudio de este tema el estudiante será capaz de:

- Realizar manipulaciones algebraicas con vectores y matrices
- Calcular autovalores y autovectores de matrices usando Maxima.
- Programar cambios de base de vectores y matrices.

Tema 4. Cálculo con funciones de una variable

- Operaciones de derivación de funciones.
- Cálculo de desarrollos en serie de Taylor.
- Cálculo exacto de integrales (primitivas).
- Cálculo numérico de integrales.
- Definición de funciones.
- Tipos de archivos, lectura y escritura de archivos.

- Programación de bibliotecas de funciones.

INTRODUCCIÓN

En este capítulo continuaremos trabajando con el Maxima usando las operaciones más habituales en cálculo (derivadas de cualquier orden, integrales, desarrollos en serie, etc.). Veremos, de nuevo, la potencia de los programas de cálculo simbólico (aunque también, apreciaremos sus limitaciones).

Como en el tema anterior, queremos hacer énfasis una vez más en que ningún programa de cálculo simbólico y/o numérico vale para nada si el usuario no entiende lo que el programa está haciendo, y la única forma de entender lo que se hace es dominar las matemáticas que se están empleando.

Especialmente, en este tema aprenderemos a programar funciones y rutinas en Maxima, especialmente, a que Maxima lea y escriba datos que use como entrada y salida, respectivamente, de sus cálculos. Esta habilidad será de suma importancia para la PEC. El estudiante encontrará más información (teoría, ejemplos resueltos, ejercicios propuestos, etc.) en los apuntes disponibles en el curso virtual.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar el estudio de este tema el estudiante será capaz de:

- Calcular límites, integrales y derivadas de cualquier orden con funciones de una variable.
- Como aplicación de lo anterior seremos capaces de usar el Maxima para calcular gradientes de funciones escalares, así como la divergencia y el rotacional de funciones vectoriales.
- Generación de aproximaciones en serie de Taylor a partir de datos sobre las primeras n derivadas de una función analítica en un punto.
- Leer y escribir archivos tanto de instrucciones de Maxima como de datos numéricos.

Tema 5. Visualización

- Representaciones gráficas de funciones en 2D y en 3D.

INTRODUCCIÓN

Una de las ventajas más evidentes del uso de programas de cálculo simbólico es su habilidad para generar todo tipo de gráficas de manera rápida y precisa. En el pasado el volumen de trabajo necesario para obtener este tipo de información era sencillamente impresionante, en la actualidad es trivial obtener una visualización del comportamiento de una función dada. El uso de paquetes informáticos como el Maxima ha revolucionado la forma de trabajar en muchos ámbitos de la física y las matemáticas. En este capítulo empezaremos a ver por qué.

El estudiante encontrará más información (teoría, ejemplos resueltos, ejercicios propuestos, etc.) en los apuntes disponibles en el curso virtual.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar el estudio de este tema el estudiante será capaz de:

- Llevar a cabo representaciones gráficas de funciones en 2D y 3D.

Tema 6. Solución analítica y numérica de ecuaciones

- Ecuaciones algebraicas y trascendentes.
- Métodos analíticos y numéricos.

INTRODUCCIÓN

En este tema aprenderemos a usar el Maxima para realizar programas con operaciones más complicadas. Para ello usaremos el Maxima para construir funciones definidas de manera implícita por medio de ecuaciones algebraicas o trascendentes, que resolveremos de manera analítica cuando sea posible o de manera numérica en caso contrario, lo cual es otra de las más importantes potencialidades de este tipo de programas informáticos. Los ejercicios que veremos en este capítulo nos acercarán definitivamente al tipo de actividad real que en la práctica es habitual en Física.

Dado en este capítulo y los siguientes nos aproximamos a la potencialidad (casi) completa del programas de cálculo, uno de los temas importantes que tenemos que valorar aquí es la elaboración de programas de manera clara y eficiente. La inmensa velocidad con que se desarrolla el mundo de las aplicaciones informáticas (no sólo en Física y Matemáticas) es consecuencia (entre otras cosas) de una serie de buenas costumbres adoptadas por los programadores. Estas buenas costumbres se refieren a estilos de programación claros y bien documentados, que posibilitan que un programador pueda identificar de manera rápida qué es lo que hace cada parte de un programa, de modo que inmediatamente lo puede usar y/o modificar, para adaptarlo a sus necesidades. Esto nos permite aprovecharnos del trabajo ya realizado en el pasado (unas veces por nosotros mismos, otras veces por otros programadores) lo cual nos permite avanzar a una velocidad muy superior comparada con la velocidad a la que avanzaríamos si cada vez que tenemos que resolver una ecuación tuviésemos que volver a programar desde el principio todos los pasos necesarios para ello. Por supuesto que esta filosofía de trabajo es aplicable a cualquier tipo de lenguaje de programación, en particular al lenguaje C del que trata la segunda parte del curso. El estudiante encontrará más información (teoría, ejemplos resueltos, ejercicios propuestos, etc.) en los apuntes disponibles en el curso virtual.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar el estudio de este tema el estudiante será capaz de:

- Resolver de forma analítica (cuando sea posible) o numérica ecuaciones algebraicas o trascendentes.
- Definir funciones por medio de relaciones implícitas. Obtener relaciones explícitas localmente válidas para dichas funciones.

Tema 7. Ajustes

- Modelos matemáticos.
- Mínimos cuadrados.
- Interpolación y extrapolación.

INTRODUCCIÓN

Los datos experimentales (sean estos experimentos de laboratorio o “de ordenador”) no siempre producen puntos que se ubican sobre una curva teórica; esto se puede deber a errores experimentales, a la incertidumbre de la medida, a la limitación del método numérico, etc. En estos casos buscaremos la curva que más cerca pasa de nuestros puntos experimentales ajustando sus coeficientes; el caso más conocido es el ajuste lineal por mínimos cuadrados, es decir, la búsqueda de la recta que mejor ajusta una serie de puntos. Veremos lo fácil que es hacer este tipo de ajustes en Maxima.

En el plano más teórico, algunas funciones que resuelven los problemas son muy complejas de calcular y requieren mucho tiempo para evaluar una Y en función de una X . Sin embargo, son funciones suaves que se pueden aproximar por polinomios u otras funciones sencillas si conocemos los valores que toman en unos cuantos puntos. A esto nos ayuda la interpolación, a partir de unos pocos valores tabulados y obtener una función de fácil evaluación que podamos usar en nuestros programas (cálculos).

Como todas estas herramientas que vamos a trabajar no dejan de ser aproximaciones de funciones o datos, será muy importante apoyarse en la visualización para ver hasta qué punto son buenas aproximaciones del problema inicial o, en algún caso, de sus soluciones. El estudiante encontrará más información (teoría, ejemplos resueltos, ejercicios propuestos, etc.) en los apuntes disponibles en el curso virtual.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar el estudio de este tema el estudiante será capaz de:

- Realizar ajustes por medio de mínimos cuadrados a partir de datos experimentales.
- Calcular splines a partir de listas de valores calculados.

- Realizar operaciones de cálculo (derivadas, integrales) sobre estos ajustes.

Tema 8. Ecuaciones diferenciales

- Tipos de ecuaciones diferenciales: EDOs y EDPs.
- Soluciones analíticas y numéricas.

INTRODUCCIÓN

Las ecuaciones diferenciales son la forma en que la física describe la evolución de los sistemas físicos; en particular las ODE son “ordinarias” porque sólo contemplan la variación de las magnitudes en función de un parámetro: el tiempo. En el caso general de tener más de una ecuación (un sistema) describen, por tanto, la evolución de una curva en el espacio: cada ecuación corresponde a una componente del vector que recorre la trayectoria.

Las ODE pueden ser lineales y no lineales. Cuando son no lineales, lo más probable (salvo casos muy particulares) es que no se puedan resolver de manera exacta. Entonces se usan métodos aproximados como el de las series de Taylor, o numéricos como el popular de Runge-Kutta. En el tema veremos cómo resolver con Maxima estos problemas de evolución de unas variables, conocidos unas condiciones iniciales.

El estudiante encontrará más información (teoría, ejemplos resueltos, ejercicios propuestos, etc.) en los apuntes disponibles en el curso virtual.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar el estudio de este tema el estudiante será capaz de:

- Resolver de manera numérica ecuaciones diferenciales ordinarias y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias.

Tema 9. Programas informáticos: qué son y cómo se construyen

- Lenguaje C.
- Compilación, enlazado y ejecución de programas.
- Gnuplot.

INTRODUCCIÓN

En este tema se presenta el concepto de programa de ordenador compilado. El concepto en sí es muy sencillo y estamos todos habituados a tratar con ellos (el programa Maxima y su interfaz gráfica, con los que se ha trabajado en la primera parte del curso, son ejemplos de dos programas de ordenador compilados). Sin embargo, los pasos lógicos necesarios para llegar desde un lenguaje de programación (próximo al lenguaje humano, en cuanto a que se puede leer y escribir) hasta una serie de instrucciones que pueda interpretar el procesador

de un ordenador, requiere una explicación: ésta es la que se da en este tema, principalmente.

Se comienza motivando el porqué de elegir el lenguaje “próximo al humano” llamado C: la flexibilidad, la extensibilidad y la proximidad, a su vez, a la máquina. Lo siguiente que hay que hacer es tener un compilador de C instalado y, preferiblemente, un entorno de desarrollo para editar los programas adecuadamente: cómo lograr esto se explica detalladamente. Por último se explican los pasos de compilación, enlazado y carga y ejecución por el sistema operativo de un programa. Este proceso se explica teóricamente, primero, y luego mediante ejemplos paso a paso que el estudiante deberá reproducir en el entorno de programación de su elección.

El estudiante encontrará más información (teoría, ejemplos resueltos, ejercicios propuestos, etc.) en los apuntes disponibles en el curso virtual.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar el estudio de este tema el estudiante será capaz de:

- Instalar un compilador y un entorno de desarrollo en su ordenador.
- Describir los pasos que el compilador lleva a cabo para pasar desde el código fuente de un programa al ejecutable.
- Interpretar la mayoría de los errores de enlazado que emitirá el “linker” en lo que sigue de curso.

Tema 10. El lenguaje C mediante ejemplos

- Funciones.
- Variables.
- Control de flujo y bucles.
- Vectores y matrices.
- Punteros.
- Lectura y escritura de datos.
- Estructuras.

INTRODUCCIÓN

El lenguaje C posee una sintaxis básica que el estudiante debe conocer para poder escribir sus propios programas. Afortunadamente, después de las reglas básicas de “#inclu”-sión de archivos de cabecera, definición de la función “main”, uso de llaves y puntos y coma, y declaración y asignación de variables, todo lo demás se aprende por prueba y error. Este es el enfoque de este tema, eminentemente práctico, basado en la reproducción de muchos programas de ejemplo, de complejidad creciente, que introducen paso a paso todas las características del lenguaje que el estudiante necesitará en este curso (y, posiblemente, en

cursos posteriores).

Los tipos de variables son una novedad después de haber utilizado un lenguaje “débilmente tipado” como el del Maxima. En C toda variable tiene un tipo muy preciso, y es necesario declarar cuál es éste ya que limita el tipo de información que puede albergar (en cantidad y calidad).

Las estructuras de control “if. . . else”, “for”, “while”, “do. . . while”, “switch. . . case”, son estándar de cualquier lenguaje estructurado. Aunque con sintaxis diferente y algunas sutilezas, se pueden encontrar también en el lenguaje del Maxima que el alumno conoce (y puede resultar interesante indagar sobre ellas, para comparar ambos lenguajes). Lo mismo sucede con las funciones (básicas en los lenguajes funcionales y que le dan su gran versatilidad al C) y las estructuras de datos.

Según avance en el tema, el estudiante verá que los ejemplos se hacen más largos y complejos. Se ha pretendido que todos sean, hasta cierto punto, útiles, sin quedarse en el simple ejercicio que ilustra la sintaxis. Esto hace que su reproducción (escritura con sintaxis correcta, compilación y, a veces, ejecución) sea algo más complicada para el estudiante, pero sin duda mucho más pedagógica y motivadora (como la posibilidad de “crear sus propias imágenes”, una vez aprende a escribir datos en el disco).

El estudiante encontrará más información (teoría, ejemplos resueltos, ejercicios propuestos, etc.) en los apuntes disponibles en el curso virtual.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar el estudio de este tema el estudiante será capaz de:

- Leer un programa en C, identificando el orden en que se ejecutan las instrucciones y el propósito principal de éstas.
- Interpretar el resto de los errores que emitirá el compilador (errores de sintaxis en el código fuente) a lo largo del curso.
- Escribir un programa en C que realice cálculos de complejidad media, basados en iteraciones o recursiones de operaciones más sencillas.
- Documentar un programa en C, para que otro programador (o él mismo, un semestre después) pueda reconocer los puntos clave del código, sin necesidad de reinterpretarlo todo.
- Guardar los resultados de un cálculo en archivos en el disco para su posterior visualización con software especializado (visor de imágenes, gnuplot, etc.)

Tema 11. Métodos de Monte Carlo

- Generadores de números aleatorios.

- Distribuciones de probabilidad.
- Caminantes aleatorios y difusión browniana.
- Integración Monte Carlo.

INTRODUCCIÓN

En este tema nos vamos a introducir en el utilísimo mundo de la generación de números pseudoaleatorios y su uso en computación científica. Un número aleatorio es un número que se produce por un proceso que no podemos controlar y cuyo valor no somos capaces de predecir; esto es justo lo contrario de un programa de ordenador que, se supone, hace lo que nosotros le decimos con nuestras instrucciones. Los números pseudoaleatorios se generan mediante cálculos deterministas, pero tienen la apariencia de tomar valores sucesivos tan variados y variables que se pueden confundir con los verdaderamente aleatorios.

Con números aleatorios, ya podremos hacer simulaciones físicas: un paseante aleatorio o browniano, un análogo numérico de una pequeña partícula golpeada por todos lados por las moléculas de un fluido.

Otro uso de los números aleatorios es el muestreo aleatorio, ya sea de colecciones de objetos (escoger “al azar” un elemento de un conjunto) o de puntos del espacio. Esto último, combinado con conceptos sencillos de probabilidad nos permite hacer estimaciones de integrales.

El estudiante encontrará más información (teoría, ejemplos resueltos, ejercicios propuestos, etc.) en los apuntes disponibles en el curso virtual.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar el estudio de este tema el estudiante será capaz de:

- Entender cómo se generan números pseudoaleatorios.
- Calcular el histograma de un conjunto de valores (generados o experimentales)
- Generar números aleatorios distribuidos gaussianamente.
- Simular caminantes aleatorios y caracterizarlos.
- Aproximar una integral por Monte Carlo.

Tema 12. Fractales

- Geometría fractal.
- Generación de fractales matemáticos.
- Dimensión fractal.

INTRODUCCIÓN

En este tema trataremos un interesante concepto de fractal autosimilar. Un fractal es un objeto geométrico tal que sus partes son semejantes al conjunto entero; es por tanto, un

concepto geométrico, pero con importantes motivaciones y consecuencias físicas.

Los fractales tienen varias propiedades interesantes y una de ellas, que les da nombre, es su dimensión fractal. Veremos ejemplos del cálculo de esta dimensión fractal: desde casos triviales, que se pueden calcular con lápiz y papel, hasta el método del sand-box, que se puede aplicar a fractales “experimentales” y es, por tanto, de uso general.

El estudiante encontrará más información (teoría, ejemplos resueltos, ejercicios propuestos, etc.) en los apuntes disponibles en el curso virtual.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar el estudio de este tema el estudiante será capaz de:

- Identificar un fractal tras visualizarlo
- Relacionar la “masa” (=número de puntos) de un fractal con su tamaño
- Calcular la dimensión fractal por el método del sand-box

Tema 13. Sistemas dinámicos

- Flujos, mapas y aplicaciones discretas.
- Aplicación logística: órbitas, caos y diagrama de bifurcaciones.
- Conjunto de Mandelbrot.

INTRODUCCIÓN

En este tema tratamos el tema de la aparición del caos, y lo hacemos estudiando uno de los sistemas dinámicos más sencillos: la aplicación logística. Veremos cómo encontrar “órbitas periódicas” para diferentes valores del parámetro de control de esta aplicación y veremos cómo existen valores de ese parámetro para los que no se puede encontrar ninguna órbita periódica: eso es lo que llamaremos caos. La sucesión de órbitas de diferente período (y de bandas caóticas) se visualiza fácilmente mediante el diagrama de bifurcación de la aplicación; crearemos una imagen sintética de este diagrama de bifurcación.

Por último, veremos cómo, saltando al plano complejo, una aplicación semejante a la logística (la aplicación de Mandelbrot, que es “topológicamente conjugada” a la logística) da lugar al fractal de Mandelbrot, dándonos una pista sobre la relación entre complejidad geométrica fractal y caos dinámico.

El estudiante encontrará más información (teoría, ejemplos resueltos, ejercicios propuestos, etc.) en los apuntes disponibles en el curso virtual.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar el estudio de este tema el estudiante será capaz de:

- Escribir un algoritmo que identifique y calcule órbitas periódicas (estables) de un sistema dinámico (unidimensional).
- Entender las consecuencias de la conjugación topológica de aplicaciones unidimensionales.
- Calcular y visualizar el diagrama de bifurcaciones de una aplicación unidimensional.
- Calcular el fractal de Mandelbrot y relacionarlo con la dinámica de la aplicación logística.

Tema 14. Autómatas celulares elementales

- Determinismo y caos.
- Atractores.
- Irreversibilidad, auto-organización y entropía.
- Universalidades.

INTRODUCCIÓN

En este tema nos introduciremos al tema de los autómatas celulares que, como su nombre indica, se definen sobre las celdas de una matriz. Cada una de estas celdas evoluciona en sucesivos pasos de tiempo según su estado anterior y los de sus celdas vecinas. En este tema veremos cómo unas reglas muy sencillas, que podemos considerar como la “programación de cada autómata”, son suficientes para generar comportamientos complicados cuando se aplican a un vector de autómatas. Esta emergencia de la complejidad a partir de la simplicidad se llama autoorganización y está detrás de multitud de estructuras naturales, especialmente en los sistemas vivos. Queda claro que la visualización de los resultados jugará un papel muy importante en esta primera parte de clasificación cualitativa.

El estudiante encontrará más información (teoría, ejemplos resueltos, ejercicios propuestos, etc.) en los apuntes disponibles en el curso virtual.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar el estudio de este tema el estudiante será capaz de:

- Programar un autómata celular elemental a partir de su regla de evolución
- Visualizar e identificar los tipos de comportamiento que pueden surgir de un autómata celular elemental
- Cuantificar numéricamente (distancia de Hamming y entropía) la evolución de un autómata celular elemental

METODOLOGÍA

La metodología de la asignatura es la de la enseñanza a distancia propia de la UNED.

La preparación de la asignatura es totalmente práctica, con un temario basado en ejemplos representativos de la actividad que realizará posteriormente el estudiante a lo largo de la carrera.

La asignatura emplea la evaluación continuada basada en la realización de ejercicios día a día en los que el estudiante se verá apoyado por su tutor o, en ausencia del mismo, por el equipo docente de la sede central. Los estudiantes deberán plantear sus dudas y también sus logros en la resolución de estos ejercicios, en los foros correspondientes de la asignatura.

Además, habrá dos pruebas de evaluación continua (PECs) obligatorias consistentes en trabajos que serán publicados en el curso virtual, así como un examen presencial.

PLAN DE TRABAJO

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

BLOQUE: 1: Introducción a la Física Computacional - 8 Horas

- Lectura del tema 1 de los apuntes.
- Opcionalmente, realizar algunas de las prácticas con el software indicado en el tema.

BLOQUE: 2: Introducción y cálculo con Maxima - 50 Horas

- Trabajo de los contenidos teóricos de los temas 2 al 8: estudio de los apuntes, reproducción y análisis de los ejemplos con el programa Maxima.
- Trabajo de los problemas resueltos contenidos en la colección de “Exámenes resueltos de años anteriores” .

PEC: 1: Máxima - 20 Horas

- Programación, prueba y documentación de funciones en Maxima que resuelvan los enunciados de los problemas planteados. El documento que lo contenga deberá ser entregado en formato de texto plano a través de la herramienta de envío de trabajos en el plazo que se indicará con suficiente antelación.

MUY IMPORTANTE: seguir las normas indicadas en el documento de “Normas de evaluación y calificación”.

BLOQUE: 3: Introducción y cálculo en C - 50 Horas

- Lectura del tema “Programas informáticos: qué son y cómo se construyen”.
- Estudio del tema “El lenguaje C mediante ejemplos”. Reproducción y análisis de todos los ejemplos contenidos en ese tema.
- Estudio de los temas “Métodos de Monte Carlo”, “Fractales”, “Sistemas dinámicos” y “Autómatas celulares elementales”. Reproducción y análisis de los ejemplos relevantes contenidos en cada tema.

PEC: 2: C - 20 Horas

- Programación, prueba y documentación de programas en C que resuelvan los enunciados de los problemas planteados.
- Elaboración de una memoria en la que se explique el objetivo de cada programa escrito, se muestren los resultados obtenidos y las conclusiones extraídas de ellos.
- El documento de la memoria deberá ser entregado (en formato PDF), junto con los códigos de los programas (en formato de texto plano, listo para poder ser compilado y ejecutado por el equipo docente) a través de la herramienta de envío de trabajos en el plazo que se indicará con suficiente antelación.

MUY IMPORTANTE: seguir las normas indicadas en el documento de “Normas de evaluación y calificación”.

PRUEBA PRESENCIAL: 2 horas

Total Horas ECTS introducidas aquí : 150

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

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

No se permite ningún tipo de material en el examen.

Criterios de evaluación

El examen consistirá en responder a los ejercicios planteados escribiendo o interpretando pequeños fragmentos de código o programas en los lenguajes usados en la asignatura (Maxima y C). Se requerirá familiaridad con dichos lenguajes (usados en las dos PECs obligatorias), aunque no una sintaxis rigurosamente correcta.

Cada ejercicio o apartado será puntuado según la puntuación máxima indicada en su enunciado. La nota final del examen estará dada por la suma de las puntuaciones obtenidas en cada pregunta o apartado, y la puntuación máxima será de 10.

% del examen sobre la nota final 40

Nota del examen para aprobar sin PEC

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC

Nota mínima en el examen para sumar la 5
PEC

Comentarios y observaciones

- La realización del examen es obligatoria y superarlo es requisito imprescindible para superar la asignatura.

- **En el examen se podrán plantear preguntas relativas a los contenidos de las PECs.**

- **Si no se ha aprobado el examen (o no se ha presentado al mismo) en la convocatoria de junio, tendrá una nueva oportunidad en la convocatoria extraordinaria de septiembre.**

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? Si

Descripción

La asignatura requiere la realización obligatoria de dos PECs, una por cada una de las dos partes de la asignatura: Maxima y C. Estas PECs consistirán en una serie de ejercicios propuestos por el equipo docente sobre los que el estudiante deberá trabajar de modo individual utilizando las herramientas informáticas estudiadas en el curso.

La presentación de los trabajos realizados deberá ajustarse al formato requerido por el Equipo Docente.

Criterios de evaluación

Cada PEC se evaluará sobre 10 puntos. Los criterios de evaluación serán publicados en el curso virtual.

1. Será necesario obtener una puntuación mínima de 5 para superar cada PEC.

2. Para aprobar la asignatura es obligatorio aprobar cada PEC (además del examen).

3. Cada PEC representa un 30% de la nota final.

Ponderación de la PEC en la nota final 30% + 30% = 60%

Fecha aproximada de entrega

El calendario de las PECs será debidamente anunciado en el curso virtual

Comentarios y observaciones

- Las PECs deberán ser presentadas en la convocatoria de junio, y serán corregidas por los tutores.
- **No se podrán presentar las PECs para la convocatoria extraordinaria de septiembre.**

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? Si

Descripción

Se podrá conceder hasta 1 punto sobre la calificación total de la asignatura a aquellos estudiantes que hayan participado activamente en los foros contribuyendo a resolver las dudas planteadas por sus compañeros.

Criterios de evaluación

La concesión de este "bonus" quedará a criterio del equipo docente.

Ponderación en la nota final

Hasta 1 punto

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

La calificación final se calculará como:

[calificación final] = 0.3 x [calificación de la PEC de Maxima] + 0.3 x [calificación de la PEC de C] + 0.4 x [calificación del examen] + [participación en los foros, <1 punto]

Tanto las dos PECs como el examen presencial son obligatorios y es necesario tener aprobada cada una de las tres pruebas (nota mayor o igual que 5 en cada una de ellas) para hacer la suma ponderada anterior. En el caso de no aprobar una de las tres pruebas, no se habrá superado la asignatura.

Las PECs sólo podrán presentarse en la convotaria de junio. Para el examen habrá una prueba extraordinaria en septiembre. Por supuesto, la nota de las PECs se guardará para la convocatoria de septiembre.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Apuntes de Física Computacional, elaborados por el Equipo Docente.

El material elaborado por el Equipo Docnete cubre el **temario específico de la asignatura**, incluso con mucho más detalle que el requerido para la preparación de la misma. De este modo, el estudiante tendrá apoyo suficiente no sólo para su aprendizaje, sino para la preparación de los trabajos que serán fundamentales para la evaluación de la asignatura. Este material se encuentra **a disposición de todos los estudiantes** en el **curso virtual**.

Para la adquisición de **conocimientos previos** o paralelos al nivel de la asignatura, se remite al estudiante a la bibliografía complementaria o a obras de nivel preuniversitario o de carácter general sobre física, informática o programación básica.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9788426721440

Título:MÁXIMA, UN ENFOQUE PRÁCTICO

Autor/es:David Arboledas Brihuega ;

Editorial:MARCOMBO

ISBN(13):9788448128951

Título:C: MANUAL DE REFERENCIA

Autor/es:Schildt, Herbert ; Hernández Yáñez, Luis ; Vaquero Sánchez, Antonio ;

Editorial:OSBORNE MCGRAW-HILL

En la bibliografía complementaria hay que distinguir entre los manuales de referencia que conviene que el estudiante tenga para consultar dudas puntuales sobre el lenguaje de programación y la bibliografía de apoyo y de ampliación, que profundiza en el lenguaje y su uso, o particulariza su aplicación a la computación en física.

De referencia son el Manual de Maxima y, o bien, Aprenda lenguaje ANSI C como si estuviera en Primero (en formato electrónico) o C: manual de referencia (en papel). Para este propósito, recomendamos los documentos electrónicos ya que facilitan las búsquedas de dudas puntuales por palabras clave. El resto de los textos son de apoyo y de ampliación, en su caso, al material de la asignatura preparado por el equipo docente.

- The GNU C reference manual.** [<https://www.gnu.org/software/gnu-c-manual/>]

- Javier García de Jalón de la Fuente, José Ignacio Rodríguez Garrido, Rufino Goñi Lasheras, Alfonso Brazález Guerra, Patxi Funes Martínez, Rubén Rodríguez Tamayo.

Aprenda lenguaje ANSI C como si estuviera en Primero. Escuela Superior de Ingenieros Industriales, 1998 [

http://www4.tecnun.es/asignaturas/Informat1/AyudaInf/aprendainf/ansic/leng_c.pdf]

- Manual de Maxima.** [<http://maxima.sourceforge.net/docs/manual/es/maxima.html>]

- Mario Rodríguez Ríotorto. **Primeros pasos con Maxima**, 2015 [

<http://maxima.sourceforge.net/docs/tutorial/es/max.pdf>]

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

El principal recurso de apoyo al estudio será el **Curso Virtual** de la asignatura en la plataforma aLF. En él se podrá encontrar **todo** el material para la planificación (calendario, noticias,...) y para el estudio de la asignatura (apuntes, programas, ejemplos, ejercicios, trabajos propuestos, ...) así como las **herramientas de comunicación**, en forma de Foros, para que el alumno pueda consultar al Equipo Docente las dudas que se le vayan

planteando así como otras cuestiones relacionadas con el funcionamiento de la asignatura. Estos foros serán la principal herramienta de comunicación entre el Equipo Docente y el estudiante. Por consiguiente, se insta a que el estudiante siga de un modo regular el curso virtual ya sea mediante visitas periódicas al mismo, ya sea a través de las herramientas de notificaciones automáticas.

El estudiante también tendrá a su disposición el conjunto de facilidades que la Universidad ofrece a sus alumnos (equipos informáticos, bibliotecas, ...), tanto en los Centros Asociados de la UNED como en la Sede Central.

GLOSARIO

La asignatura no requiere de glosario.

IGUALDAD DE GÉNERO

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