



Asignatura: Computación Avanzada  
Código: 16422  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Física  
Curso Académico: 2016-2017  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

COMPUTACIÓN AVANZADA

### 1.1. Código / Course number

16422

### 1.2. Materia / Content area

Computación Avanzada

### 1.3. Tipo / Course type

Formación optativa / Elective subject

### 1.4. Nivel / Course level

Grado / Bachelor (first cycle)

### 1.5. Curso / Year

3º ó 4º / 3<sup>rd</sup> or 4<sup>th</sup>

### 1.6. Semestre / Semester

2º / 2<sup>nd</sup> (Spring semester)

### 1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también inglés en el material docente / Spanish. English is also used in teaching material.

### 1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Es altamente recomendable haber comprendido los contenidos de las asignaturas Computación I y Computación II, de 1º y 2º de Grado. En particular, es conveniente estar familiarizado con los siguientes conceptos:

- Descripción y representación del movimiento de una partícula.
- Integración numérica de las ecuaciones del movimiento.
- Introducción a la computación numérica.
- Sistemas de ecuaciones lineales.



Asignatura: Computación Avanzada  
Código: 16422  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Física  
Curso Académico: 2016-2017  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6

- Ajuste y aproximación de funciones.
- Derivada e integración numérica.

## 1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

La asistencia es obligatoria / **Attendance is mandatory**

## 1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

Docente(s) / **Lecturer(s)** David Martín y Marero (Coordinador)

Departamento de / **Department of** Física Aplicada

Facultad / **Faculty** Ciencias

Despacho - Módulo / **Office - Module** 606 - 12

Teléfono / **Phone:** +34 91 497 4021

Correo electrónico/ **Email:** [David.MartinyMarero@uam.es](mailto:David.MartinyMarero@uam.es)

Página web/ **Website**

Horario de atención al alumnado/ **Office hours:** Cita previa mediante correo electrónico.

## 1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

El objetivo de este último curso de Computación del Grado en Físicas, es la profundización por parte del estudiante en técnicas computacionales troncales y su posterior aplicación a problemas físicos de interés actual, pero adaptados al nivel del Grado. Como consecuencia, el estudiante adquirirá la destreza necesaria para utilizar los ordenadores como una herramienta para abordar y resolver problemas físicos que normalmente no se encuentran en el currículo de Grado o/y que no son resolubles mediante métodos puramente analíticos.

Inicialmente se realizará un repaso de los contenidos más importantes de las asignaturas de Computación I y II, pero introduciendo simultáneamente el lenguaje intérprete Python. Esta introducción aumentará el arsenal de lenguajes de programación disponible por el alumno en comparación con lo aprendido en cursos anteriores, a la vez que reducirá significativamente el tiempo del ciclo de escritura y prueba de los códigos.

### Resultados del aprendizaje (\*).

a) Capacidad para traducir un problema físico de difícil o imposible solución analítica en un problema de física computacional resoluble mediante cálculo numérico.

b) Dominar el tratamiento numérico de datos y ser capaz de presentar e interpretar la información gráficamente (A18).



Asignatura: Computación Avanzada  
Código: 16422  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Física  
Curso Académico: 2016-2017  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6

c) Ser capaz de presentar resultados científicos propios o resultados de búsquedas bibliográficas, tanto a profesionales como a público en general (A17), y tanto de forma escrita como verbal.

d) Desarrollo de la capacidad de análisis y síntesis (B1).

e) Toma de decisiones (B8) y habilidad para trabajar de forma autónoma (B13).

Las competencias del título a cuya adquisición contribuye esta asignatura, incluida en el módulo “Computación” en la Memoria de Verificación del Grado, y concretadas en los resultados de aprendizaje anteriormente mencionados son:

A17. Ser capaz de realizar cálculos de forma independiente y de desarrollar programas de software.

A18. Dominar el tratamiento numérico de datos y ser capaz de presentar e interpretar la información gráficamente.

B1. Capacidad de análisis y síntesis.

B8. Toma de decisiones.

B13. Habilidad para trabajar de forma autónoma.

(\*) Códigos A y B según nomenclatura de la Memoria de Verificación del Grado.

## 1.12. Contenidos del programa / Course contents

### 1. Python

#### 1.1 Fundamentos de Python

#### 1.2 Visual Python; gráficos avanzados y visualización

### 2. Recordatorio de análisis numérico; utilización de Python

#### 2.1 Integración numérica

#### 2.2 Diferenciación numérica

#### 2.3 Solución numérica de ecuaciones lineales y no lineales

#### 2.4 Ecuaciones diferenciales ordinarias

### 3. Resolución de ecuaciones: movimiento del proyectil real

#### 3.1 Resistencia del aire en el movimiento unidimensional

#### 3.2 Dos dimensiones y dependencia con la altura; balas de cañón

#### 3.3 Presencia de turbulencias; pelotas a gran velocidad

#### 3.4 Espín y fuerza de Magnus

### 4. Caos a partir del péndulo físico

#### 4.1 Péndulo simple y el método de Euler-Cromer

#### 4.2 Péndulo no lineal, amortiguado y forzado



Asignatura: Computación Avanzada  
Código: 16422  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Física  
Curso Académico: 2016-2017  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6

- 4.3 Aparición del Caos; Espacio de fases y diagrama de Poincaré
- 4.4 Atractores extraños y el atractor de Lorenz
- 4.5 Transformadas de Fourier; discreta y “FFT”
- 4.6 Métodos espectrales
- 4.7 Caos examinado en el dominio de frecuencias
  
- 5. Resolución de ecuaciones: Interacción de dos o más cuerpos
  - 5.1 El Sistema Solar; las leyes de Kepler
  - 5.2 Ley del inverso del cuadrado
  - 5.3 Precesión del perihelio de Mercurio
  - 5.4 Problema de los tres cuerpos
  - 5.5 Resonancias y zanjadas de Kirkwood
  - 5.6 Caos e Hyperión
  
- 6. Métodos Estocásticos
  - 6.1 Generación de números aleatorios
  - 6.2 Paseos aleatorios
  - 6.3 Difusión
  - 6.4 Entropía y la flecha del tiempo
  - 6.5 Modelos de crecimiento de cúmulos; Fractales
  - 6.6 Curvas de Koch
  - 6.7 Percolación
  - 6.8 Difusión en fractales
  
- 7. El Método de Monte Carlo.
  - 7.1 Integración de Monte Carlo
  - 7.2 Modelo de Ising y teoría del Campo Medio
  - 7.3 Simulación Monte Carlo; Algoritmo de Metrópolis
  - 7.4 Transición de fase de segundo orden en el modelo de Ising
  - 7.5 Transición de fase de primer orden en el modelo de Ising
  
- 8. Simulaciones de dinámica molecular
  - 8.1 Algoritmo de Verlet
  - 8.2 Potencial de Lennard-Jones
  - 8.3 Condiciones periódicas de frontera
  - 8.4 Transiciones de fase sólido-líquido
  
- 9. Potenciales y ecuaciones en derivadas parciales elípticas. El problema de las condiciones de contorno
  - 9.1 Ecuación de Laplace; Método de las diferencias finitas
  - 9.2 Métodos de Jacobi, Gauss-Siedel, relajación y sobrerrelajación
  - 9.3 Ecuación de Poisson; Método de los elementos finitos
  - 9.4 Cálculo del campo magnético de una corriente
  - 9.5 Campo magnético de un solenoide



Asignatura: Computación Avanzada  
Código: 16422  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Física  
Curso Académico: 2016-2017  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6

10. Difusión y ecuaciones en derivadas parciales parabólicas. El problema de los valores iniciales

- 10.1 Ecuación de difusión y transferencia de calor
- 10.2 Métodos explícitos; Tiempo progresivo y espacio centrado
- 10.3 Métodos implícitos; Tiempo regresivo y espacio centrado

11. Ondas y ecuaciones en derivadas parciales hiperbólicas. Otro problema de valores iniciales

- 11.1 La ecuación de ondas; caso ideal
- 11.2 Algoritmo de Crank-Nicolson
- 11.3 Espectro de frecuencias
- 11.4 Métodos espectrales

12. La Ecuación de Schrödinger

- 12.1 Unidimensional independiente del tiempo
- 12.2 Potenciales simétricos y el método del disparo
- 12.3 Potenciales asimétricos y el método del empalme de soluciones
- 12.4 Dos y tres dimensiones; Método de variaciones-Monte Carlo
- 12.5 Unidimensional dependiente del tiempo; métodos directos
- 12.6 Dos dimensiones; solución mediante “salto de rana”
- 12.7 Métodos espectrales; el oscilador anarmónico

### 1.13. Referencias de consulta / [Coursebibliography](#)

1. A Survey of Computational Physics - Introductory Computational Science  
Landau, R. H., Páez, M. J. and Bordeianu, C. C.  
Python Multimodal eTextBook
2. Computational Physics with Python  
Ayars, Eric  
Libro en línea
3. *Computational Physics*  
Giordano, N. J. and Nakanishi, H.  
Pearson Education Inc.
4. *Computational Physics*  
Newman, Mark  
CreateSpace Independent Publishing Platform
5. *Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing*.  
Press, W.H., Teukolsky, S.A., Vetterling, W. T. and Flannery, B. P.  
Cambridge University Press



Asignatura: Computación Avanzada  
Código: 16422  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Física  
Curso Académico: 2016-2017  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

Los métodos docentes se basan en la exposición por parte del profesor de una introducción teórica al sistema físico objeto de estudio y la exposición de los algoritmos necesarios para la resolución de los problemas planteados por el sistema. Posteriormente se procede a la clase práctica, consistente en la implementación del algoritmo por parte del estudiante en el ordenador. La asistencia a las clases prácticas es por tanto obligatoria y se evaluará al alumno en relación a la tarea realizada en ellas. Finalmente, el estudiante redactará un informe sobre las prácticas realizadas de cada tema, que podrá incluir la exploración de nuevas ideas.

## 3. Tiempo de trabajo del estudiante\* / Studentworkload

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	19 h	40% = 60 horas
	Clases prácticas	36 h	
	Actividades de evaluación (controles, presentaciones, etc.)	5 h	
No presencial	Realización de prácticas de programación	20 h	60% = 90 horas
	Redacción de informes	20 h	
	Estudio semanal (1 horas x 15 semanas)	15 h	
	Preparación de proyecto y presentación	20 h	
	Preparación de examen	10 h	
	Otros (tutorías, etc)	5 h	

\*La distribución del tiempo de trabajo tiene carácter orientativo

## 4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

### Convocatoria ordinaria

- El 50% de la calificación se obtendrá a partir de la evaluación del trabajo diario de las prácticas presenciales programadas en las aulas de informática y el correspondiente informe obligatorio.
- Otro 20% corresponderá a la evaluación de un proyecto final elegido por el alumno, y que será expuesto por el mismo en las fechas finales del cuatrimestre.



Asignatura: Computación Avanzada  
Código: 16422  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Física  
Curso Académico: 2016-2017  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6

- El 30% restante corresponderá a un examen teórico al final del curso.

El estudiante que no realice el 80% de las prácticas programadas, será calificado como “NO EVALUADO”

#### Convocatoria extraordinaria

- El 50% de la calificación se obtendrá a partir de la evaluación del trabajo diario de las prácticas presenciales programadas en las aulas de informática y el correspondiente informe obligatorio.
- El 50% restante corresponderá a un examen teórico.

#### Competencias Evaluadas

Estas prácticas y el proyecto final evalúan las competencias del alumno en cuanto a la realización de cálculos de forma independiente, el desarrollo de programas de software en un lenguaje relevante para el cálculo científico, el tratamiento numérico de datos y la representación gráfica de resultados y su interpretación. También son evaluadas competencias transversales relativas a la capacidad de análisis y síntesis, de aprendizaje y trabajo autónomo, de puesta en práctica de conocimientos adquiridos y la presentación de resultados en un entorno científico y académico.

El examen teórico evalúa las competencias del alumno en cuanto al conocimiento y comprensión de las leyes y principios fundamentales de la física computacional y demás contenidos de la asignatura.

### 5. Cronograma\* / Course calendar

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independentstudy time
1	Tema 1	1	2
2	Tema 2	3	5
2 y 3	Tema 3	5	7
4 y 5	Tema 4	6	8
5 y 6	Tema 5	6	8



Asignatura: Computación Avanzada  
Código: 16422  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Física  
Curso Académico: 2016-2017  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6

<b>Semana Week</b>	<b>Contenido Contents</b>	<b>Horas presenciales Contact hours</b>	<b>Horas no presenciales Independentstudy time</b>
7 y 8	Tema 6	7	12
8, 9 y 10	Tema 7	6	8
10 y 11	Tema 8	5	10
11 y 12	Tema 9	3	6
12 y 13	Tema 10	3	6
13	Tema 11	3	6
14 y 15	Tema 12	7	12

\*Este cronograma tiene carácter orientativo