



Asignatura: Computación Avanzada
Código: 16422
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Física
Nivel: Grado
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 / **3rd or 4th**

1.6. Semestre / **Semester**

2º / **2nd (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
Nivel: Grado
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

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.

Competencias a adquirir por el alumno.

- 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
Nivel: Grado
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).

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

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 zanjas de Kirkwood

5.6 Caos e Hyperión

6. Métodos Estocásticos

6.1 Generación de números aleatorios

6.2 Paseos aleatorios



Asignatura: Computación Avanzada
Código: 16422
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Física
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6

- 6.3 Difusión
- 6.4 Entropía y la flecha del tiempo
- 6.5 Modelos de crecimiento de cúmulos; Fractales
- 6.6 Curvas de Koch
- 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 sobrerelajación
 - 9.3 Resolución de la Ecuación de Poisson
 - 9.4 Cálculo del campo magnético de una corriente
 - 9.5 Campo magnético de un solenoide
- 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



Asignatura: Computación Avanzada
Código: 16422
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Física
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

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

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.



Asignatura: Computación Avanzada
Código: 16422
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Física
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6

3. Tiempo de trabajo del estudiante* / Student workload

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	20 h	40% = 60 horas
	Clases prácticas	36 h	
	Actividades de evaluación (controles, presentaciones, etc.)	4 h	
No presencial	Realización de prácticas de programación	30 h	60% = 90 horas
	Redacción de informes	20 h	
	Estudio semanal (1 horas x 15 semanas)	15 h	
	Preparación de examen	20 h	
	Otros (tutorías, etc)	5 h	
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS		150 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 70% 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 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.



Asignatura: Computación Avanzada
Código: 16422
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Física
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6

Competencias Evaluadas

Estas prácticas 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 Independent study 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
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