

Facultad de Ciencias

Grado en Física

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :

Dinámica de Fluidos Astrofísicos
(2022 - 2023)

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Dinámica de Fluidos Astrofísicos	Código: 279190901
<ul style="list-style-type: none">- Centro: Facultad de Ciencias- Lugar de impartición: Facultad de Ciencias- Titulación: Grado en Física- Plan de Estudios: 2009 (Publicado en 2009-11-25)- Rama de conocimiento: Ciencias- Itinerario / Intensificación:- Departamento/s: Astrofísica- Área/s de conocimiento: Astronomía y Astrofísica- Curso: 4- Carácter: Optativo- Duración: Primer cuatrimestre- Créditos ECTS: 6,0- Modalidad de impartición: Presencial- Horario: Enlace al horario- Dirección web de la asignatura: http://www.campusvirtual.ull.es- Idioma: Castellano e Inglés (80% en inglés). La asignatura participa en el programa FINULL	

2. Requisitos para cursar la asignatura

Necesario tener aprobado al menos 90 créditos.
Recomendación: contar con al menos el nivel B1 de inglés para garantizar el seguimiento efectivo de la docencia

3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: FERNANDO MORENO INSERTIS
- Grupo:
General <ul style="list-style-type: none">- Nombre: FERNANDO- Apellido: MORENO INSERTIS- Departamento: Astrofísica- Área de conocimiento: Astronomía y Astrofísica

Contacto - Teléfono 1: - Teléfono 2: - Correo electrónico: fminsert@ull.edu.es - Correo alternativo: - Web: http://www.campusvirtual.ull.es						
Tutorías primer cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
27-09-2022	22-12-2022	Lunes	12:00	13:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Departamento Astrofísica
27-09-2022	22-12-2022	Martes	12:00	13:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Departamento Astrofísica
27-09-2022	22-12-2022	Miércoles	12:00	13:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Departamento Astrofísica
27-09-2022	22-12-2022	Jueves	12:00	13:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Departamento Astrofísica
09-01-2023	25-01-2023	Lunes	13:00	14:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Departamento
09-01-2023	25-01-2023	Martes	13:00	14:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Departamento
09-01-2023	25-01-2023	Miércoles	13:00	14:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Departamento
09-01-2023	25-01-2023	Jueves	13:00	14:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Departamento
Observaciones:						

Tutorías segundo cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:00	13:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Todo el cuatrimestre		Viernes	10:00	13:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Observaciones:						

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Física Optativa**
Perfil profesional:

5. Competencias

Competencias Generales

CG1 - Conocer el trabajo en el laboratorio, el uso de la instrumentación, tecnología y métodos experimentales más utilizados, adquiriendo la habilidad y experiencia para realizar experimentos de forma independiente. Ello le permitirá ser capaz de observar, catalogar y modelizar los fenómenos de la naturaleza.

CG3 - Desarrollar una clara percepción de situaciones aparentemente diferentes pero que muestran evidentes analogías físicas, lo que permite la aplicación de soluciones conocidas a nuevos problemas. Para ello es importante que el alumnado, además de dominar las teorías físicas, adquiera un buen conocimiento y dominio de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.

CG4 - Desarrollar la habilidad de identificar los elementos esenciales de un proceso o una situación compleja que le permita construir un modelo simplificado que describa, con la aproximación necesaria, el objeto de estudio y permita realizar predicciones sobre su evolución futura. Así mismo, debe ser capaz de comprobar la validez del modelo introduciendo las modificaciones necesarias cuando se observen discrepancias entre las predicciones y las observaciones y/o los resultados experimentales.

CG5 - Conocer las posibilidades de aplicar la Física en el mundo laboral, docente y de investigación, desarrollo tecnológico e innovación y en las actividades de emprendeduría

CG6 - Saber organizar y planificar el tiempo de estudio y de trabajo, tanto individual como en grupo; ello les llevará a aprender a trabajar en equipo y a apreciar el valor añadido que esto supone.

CG7 - Ser capaz de participar en debates científicos y de comunicar tanto de forma oral como escrita a un público especializado o no cuestiones relacionadas con la Ciencia y la Física. También será capaz de utilizar en forma hablada y escrita otro idioma, relevante en la Física y la Ciencia en general, como es el inglés.

CG8 - Poseer la base necesaria para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía, tanto desde la formación científica, (realizando un master y/o doctorado), como desde la actividad profesional.

Competencias Básicas

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

Competencias Específicas

CE4 - Conocer los hitos más importantes de la historia del pensamiento científico y de la Física en particular.

CE5 - Desarrollar una visión panorámica de la Física actual y sus aplicaciones

CE6 - Tener un buen conocimiento sobre la situación en el momento presente en, por lo menos, una de las especialidades actuales de la física.

CE7 - Comprobar la interrelación entre las diferentes disciplinas científicas

CE11 - Adquirir destreza en la modelización matemática de fenómenos físicos.

CE12 - Observar fenómenos naturales y realizar experimentos científicos.

CE13 - Registrar de forma sistemática y fiable la información científica.

CE14 - Analizar, sintetizar, evaluar y describir información y datos científicos

CE15 - Medir magnitudes esenciales en experimentos científicos.

CE16 - Evaluar y analizar cuantitativamente los resultados experimentales

CE17 - Realizar informes sintetizando los resultados de experimentos científicos y sus conclusiones más importantes.

CE18 - Utilizar la instrumentación científica actual y conocer sus tecnologías innovadoras.

CE19 - Desarrollar la "intuición" física.

CE20 - Utilizar herramientas informáticas en el contexto de la matemática aplicada.

CE23 - Ser capaz de evaluar claramente los órdenes de magnitud, así como de desarrollar una clara percepción de las situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías, permitiendo el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.

CE24 - Afrontar problemas y generar nuevas ideas que puedan solucionarlos

CE25 - Ser capaces de realizar experimentos de forma independiente.

CE26 - Dominar la expresión oral y escrita en lengua española, y también en lengua inglesa, dirigida tanto a un público especializado como al público en general.

CE27 - Haber desarrollado habilidades para la popularización de las cuestiones concernientes a la cultura científica y de aspectos aplicados a la física clásica y moderna.

CE28 - Adquirir hábitos de comportamiento ético en laboratorios científicos y en aulas universitarias.

CE29 - Organizar y planificar el tiempo de estudio y trabajo, tanto individual como en grupo.

CE30 - Saber discutir conceptos, problemas y experimentos defendiendo con solidez y rigor científico sus argumentos.

CE31 - Saber escuchar y valorar los argumentos de otros compañeros.

CE32 - Saber trabajar e integrarse en un equipo científico multidisciplinar

CE33 - Ser capaz de identificar lo esencial de un proceso / situación y establecer un modelo de trabajo del mismo.

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

English:

PRELIMINARY NOTES:

- (1). The program contains a number of optional complementary topics. They will be offered to the students depending on the general progress of the main topics of the course and, also, on the interest of the students.
- (2) the optional practicals are of a simple numerical nature and will be carried out by programming using the Python language. The students will be offered, typically, one or two such practicals along the course.

Chapter 1 – THE DESCRIPTION OF A CONTINUOUS AND DEFORMABLE MEDIUM

- 1.1 – The Euler and Lagrange descriptions: multidimensional maps versus fluid element tracking. The Lagrange derivative.
- 1.2 – The relative motion of neighboring fluid elements. The expansion, rotation and strain tensors.
- 1.3 – Mass, momentum and energy of finite volumes and parcels of fluid. Volume forces and surface forces.

Optional numerical practical:

- fluid element tracking in a two-dimensional map.

Chapter 2 – THE CONSERVATION LAWS FOR AN IDEAL FLUID

- 2.1 – The variation in time of integrated quantities in finite fluid parcels: Reynolds Theorem
- 2.2 – The mass conservation law (i.e., the continuity equation). Precise definition of the concepts ‘volume density’ and ‘flux across surfaces’ of physical quantities.
- 2.3 – The momentum equation
- 2.4 – The total energy equation. Separation into equations for the kinetic and internal energy. The natural combination of mechanics and thermodynamics occurring in a fluid.
- 2.5 – The canonical conservation form for the equations of a continuous medium. Closure of the system of equations. Their intrinsically non-linear character.

Chapter 3 - IDEAL FLUIDS

- 3.1 - Euler equation
- 3.2 – Motion around obstacles. The classical potential flow problem. Ram pressure.
- 3.3 – Compressible motion: astrophysical example. The solar wind.
- 3.4 – Vorticity. Kelvin’s circulation theorem.

Optional complementary topics

– Aerodynamics. The lift force on aerodynamic profiles: Kutta-Zhukovski theorem. The Zhukovski transformation and the Kutta condition for the flow around wings.

Optional numerical practicals:

- The motion of the gas in solar coronal loops. Subsonic and supersonic regimes. Mach numbers.
- The numerical calculation of Parker’s solar wind solution including the sonic point and the sub- and supersonic regimes.
- The numerical solution of partial differential equations: heat conduction.
- The numerical solution of partial differential equations: the continuity equation.
- Calculation of aerodynamic profiles. Lift force on actual aeroplanes. Force on windmill blades.

Chapter 4 – THE MICROSCOPIC FOUNDATIONS OF THE FLUID EQUATIONS

- 4.1 – The continuum approximation: the criterion of scale separation in space and time. Local thermodynamic equilibrium.
- 4.2 – Statistical averages and macroscopic fluid quantities. The bulk kinetic energy of the flow. The internal energy due to the

translational degrees of freedom.

4.3 – The calculation of pressure and viscosity in kinetic theory: elementary considerations.

4.4 – The entropy equation. Entropy flux. Sources and sinks of entropy. Irreversibility in thermodynamics and irreversibility in fluid dynamics.

Chapter 5 - VISCOSITY.

5.1 – Surface forces. Stress tensor. Cauchy theorem.

5.2 – The momentum equation for a generic stress tensor.

5.3 – The viscous stress tensor as a microscopic transport phenomenon. Newtonian fluids.

5.4 – The Navier-Stokes equation. Reynolds number.

5.5 – The energy equation for the viscous case. The irreversible heating through viscosity.

Optional complementary topics:

– Electromagnetism and fluid dynamics. The Maxwell stress tensor. Electromagnetic pressure and tension. Volume density and flux of the electromagnetic energy.

– Boundary layers

– Accretion discs around astrophysical objects.

– The flux density four-vector in Einstein's relativity theory. The stress-energy tensor and the conservation laws for relativistic fluids.

Chapter 6 – LINEAR WAVES IN GASES.

6.1 – Perturbation treatment of the non-linear equations. Linearization of the gas equations. Pressure waves (also known as sound waves).

6.2 – Fourier analysis. Eigenvalue equation. Dispersion relation. The eigenvectors as normal modes.

6.3 – Sound waves of finite amplitude. Nonlinearity and spontaneous transition to shock waves.

Optional complementary topics:

– Inhomogeneous equilibrium. The WKB approximation. Phase speed and group speed. Ray tracing: geometrical acoustics.

– Gravity waves in stellar interiors.

Optional numerical practicals:

– normal mode decomposition of initial perturbations in a one-dimensional problem.

– Ray tracing of sound waves in an inhomogeneous gas.

Chapter 7 – SHOCK FRONTS

7.1 – Shock fronts: a ubiquitous and unavoidable phenomenon in the Universe.

7.2 – Conservation equations across a shock front. The Rankine-Hugoniot jump conditions. Mach numbers: supersonic and subsonic regimes.

7.3 – Weak shocks. Strong shocks: thermalization of the incoming kinetic energy flux.

7.4 – Examples: explosions in general. Supernova remnants. Accretion columns on white dwarf stars or neutron stars.

Optional complementary topic:

– The transmission of information in gases. Characteristic curves. The shock fronts as the natural, inescapable result of compressions in gases.

Optional numerical practical:

– gas element tracking across a shock.

Español:

NOTAS:

(1). Las prácticas son optativas y se llevarán a cabo usando el lenguaje de programación Python. Se ofertarán al menos dos a cada alumno durante el curso.

(2) los temas complementarios optativos indicados en el programa se podrán ofertar en función de la marcha del curso y del interés por parte de los alumnos.

TEMA 1 – CÓMO TRATAR UN MEDIO CONTINUO Y DEFORMABLE

1.1 – Imagen de Euler e imagen de Lagrange: mapas 3D frente a seguimiento de elementos de fluido.

1.2 – El movimiento relativo de elementos próximos: tensor de expansión, rotación y deformación.

1.3 – Masa, impulso y energía de volúmenes de fluido. Fuerzas de volumen y fuerzas de superficie.

Práctica numérica optativa:

- seguimiento de elementos de fluido en un mapa bidimensional.

TEMA 2. LEYES DE CONSERVACIÓN PARA UN MEDIO CONTINUO.

2.1 – Variación temporal de contenidos de un trozo de fluido: teorema de Reynolds.

2.2 – Ley de conservación de la masa. Definición precisa de los conceptos densidad volumétrica y flujo de magnitudes físicas.

2.3 – Ecuación del impulso.

2.4 – Ecuación de la energía total. Ecuaciones separadas para energía cinética y energía interna. La combinación de mecánica y termodinámica en un fluido.

2.5 – Forma conservativa de una ecuación para un medio continuo. Cierre de las ecuaciones. Carácter no lineal.

TEMA 3. FLUIDOS IDEALES

3.1 – Ecuación de Euler.

3.2 – Movimiento potencial alrededor de obstáculos. Presión de empuje.

3.3 – Ejemplos de movimiento compresible: (a) el viento solar; (b) la acreción esférica sobre objetos astrofísicos.

3.4 – Vorticidad. Principio de la circulación de Kelvin.

Temas complementarios optativos:

– Aerodinámica. Perfiles aerodinámicos. Circulación de Zhukovski. Fuerza de sustentación en alas de avión: teorema de Kutta–Zhukovski.

Prácticas numéricas optativas:

– movimiento del gas en arcos de la corona solar. Régimen supersónico y subsónico.

– cálculo numérico de la solución de viento solar, incluyendo el punto sónico y los regímenes sub- y supersónicos.

– Solución numérica de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales: conducción del calor

– Solución numérica de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales: la ecuación de continuidad

– cálculo de perfiles aerodinámicos. Fuerza de sustentación en casos prácticos

TEMA 4. FUNDAMENTACIÓN MICROSCÓPICA DE LAS ECUACIONES DE LOS FLUIDOS.

4.1 – La aproximación del continuo: criterio de separación de escalas.

4.2 – El concepto de Equilibrio Termodinámico Local.

4.3 – Cálculo elemental de teoría cinética de presión y viscosidad

4.4 – La ecuación de la entropía. Flujo de entropía. Fuentes de entropía. Irreversibilidad en termodinámica e irreversibilidad en fluidos.

TEMA 5. VISCOSIDAD.

5.1 – Fuerzas de superficie. Tensor de esfuerzos. Teorema de Cauchy

5.2 – La ecuación del impulso con tensor genérico de esfuerzos.

5.3 – El tensor de esfuerzos viscosos como fenómeno de transporte microscópico. Fluidos Newtonianos.

5.4 – Ecuación de Navier–Stokes. Número de Reynolds.

5.5 – La ecuación de la energía para el caso viscoso.

Temas complementarios optativos:

– El electromagnetismo y la física de continuos. Tensor de esfuerzos de Maxwell. Presión y tensión electromagnéticas.

Densidad de impulso y flujo de energía del campo.

– Capas límite.

– Los discos de acreción alrededor de objetos astrofísicos

– Densidades y flujos en la relatividad de Einstein: tensor de energía–impulso de la relatividad y leyes de conservación de los fluidos.

TEMA 6. ONDAS LINEALES EN LOS GASES

6.1 – Tratamiento perturbativo de ecuaciones no lineales. Linealización de las ecuaciones de los gases. Ondas de sonido (o de presión).

6.2 – Tratamiento de Fourier. Ecuación de autovalores. Relación de dispersión. Modos normales.

6.3 – Ondas de sonido de amplitud no pequeña: la no linealidad y la transición espontánea a las ondas de choque.

Temas complementarios optativos:

– Equilibrio inhomogéneo. Aproximación WKB. Velocidad de fase y velocidad de grupo. Trazado de rayos.

– Ondas de gravedad en interiores estelares.

Prácticas numéricas optativas:

– descomposición de perturbaciones iniciales en modos normales en un problema 1D

– trazado de rayos de ondas de presión en un gas inhomogéneo

TEMA 7. FRENTES DE CHOQUE

7.1 – Los frentes de choque: un fenómeno inevitable y omnipresente en el Universo.

7.2 – Ecuaciones de conservación a través de un frente de choque. Relaciones de salto de Rankine – Hugoniot. Números de Mach: régimen supersónico y subsónico.

7.3 – Choques débiles. Choques fuertes: termalización de la energía cinética entrante.

7.4 – Ejemplos en tierra y ejemplos astrofísicos. Explosiones. Restos de Supernova. Columnas de acreción sobre enanas blancas o estrellas de neutrones.

Tema complementario optativo:

– La transmisión de información en los gases. Curvas características. Los choques como resultado natural ineludible de las compresiones.

Práctica numérica optativa:

– seguimiento de los elementos del gas en su paso a través de un choque.

Actividades a desarrollar en otro idioma

English:

- All written material given by the lecturer to the students will be in English, including all course notes, the exercise and auxiliary sheets, practical scripts, computer programs and exam sheets.
- The theoretical lectures will be given in English. Support will be given to the students concerning specific technical terms pertaining to fluid dynamics.
- The presentation of practicals or daily exercises by the students will be either in Spanish or English depending on the students' preferences and their proficiency in those languages. The language to use will be chosen by the students on a case-by-case basis.

Español:

- Todo el material escrito aportado por el profesor (hojas de ejercicios, hojas auxiliares, notas de clase, videos, guiones de prácticas, programas de ordenador, hojas de examen) estará redactado en inglés.
- Las clases teóricas se impartirán en inglés. El número de ellas se adaptará a la facilidad de comprensión y comunicación en inglés por parte del alumnado. Se facilitará el aprendizaje por parte del alumnado de términos técnicos en inglés específicos de esta materia.
- La presentación de prácticas puede realizarse en inglés de forma optativa por parte de cada alumno/a, caso de poseer suficiente fluidez en dicho idioma.

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Descripción

English:

Credits: **6,0 ECTS**

Total hours: 150

Theoretical lectures: 26 classroom hours

Practical and exercise sessions: 30 classroom hours

Exam sessions: 4 classroom hours

Work at home by the students to process the theoretical lectures: 37 hours of independent work

Work at home by the students to prepare the practicals and exercise sessions: 38 hours of independent work

Exam preparation: 15 hours of independent work

Total of hours: 60 classroom hours plus 90 hours of independent work

The exercise and practical sessions require the active participation of the students: the exercise solutions will be presented by the students themselves, followed by discussion with the lecturer and the other students. The solution of exercises and practicals constitute an essential part of the course. The practicals will involve the construction of small Python programs to solve comparatively simple numerical tasks, all with a view to allowing the students to explore on their own the physics of the topics presented in the theoretical lectures.

Español:

Créditos: **6,0 ECTS**

Total de horas: 150

Clases teóricas: 22 sesiones en el aula

Sesiones prácticas y de ejercicios: 29 horas de clase

Sesiones de examen: 9 horas de clase

Trabajo en casa para procesar las clases teóricas: 37 horas de trabajo independiente

Trabajo en casa para preparar sesiones de ejercicios o prácticas: 38 horas

Preparación de exámenes: 15 horas

Total de horas: 60 horas de clase más 90 horas de trabajo en casa

Las sesiones de ejercicios o prácticas requieren la participación activa de lo/as estudiantes: las soluciones de los ejercicios se presentarán en clase por parte de ellos, seguido de discusión con el profesor y lo/as demás estudiantes. La solución de ejercicios y prácticas constituye una parte esencial del curso. Las prácticas, optativas, consisten en construir un pequeño código Python para resolver tareas numéricas comparativamente simples con vistas a permitir a lo/as alumno/as explorar por sus medios la física de los temas presentados en las clases teóricas.

Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	26,00	0,00	26,0	[CE33], [CE32], [CE31], [CE30], [CE29], [CE28], [CE27], [CE26], [CE25], [CE24], [CE23], [CE20], [CE19], [CE18], [CE17], [CE16], [CE15], [CE14], [CE13], [CE12], [CE11], [CE7], [CE6], [CE5], [CE4], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG8], [CG7], [CG6], [CG5], [CG4], [CG3], [CG1]

Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	15,00	0,00	15,0	[CE33], [CE32], [CE31], [CE30], [CE29], [CE28], [CE27], [CE26], [CE25], [CE24], [CE23], [CE20], [CE19], [CE18], [CE17], [CE16], [CE15], [CE14], [CE13], [CE12], [CE11], [CE7], [CE6], [CE5], [CE4], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG8], [CG7], [CG6], [CG5], [CG4], [CG3], [CG1]
Realización de seminarios u otras actividades complementarias	15,00	0,00	15,0	[CE33], [CE32], [CE31], [CE30], [CE29], [CE28], [CE27], [CE26], [CE25], [CE24], [CE23], [CE20], [CE19], [CE18], [CE17], [CE16], [CE15], [CE14], [CE13], [CE12], [CE11], [CE7], [CE6], [CE5], [CE4], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG8], [CG7], [CG6], [CG5], [CG4], [CG3], [CG1]

Realización de exámenes	4,00	0,00	4,0	[CE33], [CE32], [CE31], [CE30], [CE29], [CE28], [CE27], [CE26], [CE25], [CE24], [CE23], [CE20], [CE19], [CE18], [CE17], [CE16], [CE15], [CE14], [CE13], [CE12], [CE11], [CE7], [CE6], [CE5], [CE4], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG8], [CG7], [CG6], [CG5], [CG4], [CG3], [CG1]
Estudio y trabajo autónomo en todas las actividades	0,00	90,00	90,0	[CE33], [CE32], [CE31], [CE30], [CE29], [CE28], [CE27], [CE26], [CE25], [CE24], [CE23], [CE20], [CE19], [CE18], [CE17], [CE16], [CE15], [CE14], [CE13], [CE12], [CE11], [CE7], [CE6], [CE5], [CE4], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG8], [CG7], [CG6], [CG5], [CG4], [CG3], [CG1]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
Total ECTS			6,00	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

Acheson, D.J. (1990): Elementary Fluid Dynamics. Oxford University Press.

Landau, L.D., Lifshitz, E.M. (1988): Fluid Mechanics, Vol 6, 2nd edition. Elsevier Science.

Tritton D.J. (1988): Physical Fluid Dynamics. Oxford University Press.

Bibliografía Complementaria

Clarke C.J. and Carswell R.F. (2007): Astrophysical Fluid Dynamics. Cambridge University Press
Courant, R., Friedrichs, K. (1976): Supersonic Flow and Shock Waves. Springer-Verlag, New York.
Laney, C.B. (1998): Computational Fluid Dynamics. Cambridge Univ Press
Batchelor, G.K. (1967): An Introduction to Fluid Dynamics. Cambridge University Press.
Lighthill, J. (1980): Waves in Fluids. Cambridge University Press.
Mihalas, D., Mihalas, B. (1999): Foundations of Radiation Hydrodynamics. Dover Books
Shu, F. H. (1992): The Physics of Astrophysics, volume II: Gas Dynamics. University Science Books.

Otros Recursos

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

English:

For the evaluation of the course two possibilities are offered to the student: (a) continuous evaluation supplemented with a final exam or (b) final exam alone. The continuous evaluation is highly recommended to all students. Details about the two possibilities follow:

(a) The continuous evaluation will be based on the marks obtained in the following activities carried out along the semester:

- tests for partial blocks of the course ("partial exams"). They will constitute 75% of the global mark (25% each exam). There will be three such exams along the semester.

- Active participation in the classroom, exercise solving in joint sessions with the other students, positive attitude toward learning in this lecture course (25%)

Students going for the continuous evaluation will have to pass a final exam as well, but they will benefit from the application of the standard formula explained below.

(b) The final exam will take place in the officially prescribed dates and will consist in a written test about the knowledge and skills acquired along the course. It will be based on theoretical questions and exercises similar to those solved in the course. The exam will not contain exercises that require the knowledge or use of a programming language (Python or any other).

Those students who have obtained a mark in the continuous evaluation will get a global mark for the course following the general formula specified for the Physics Degree, namely: calling 'C' the mark obtained in the continuous evaluation and 'Z' that of the final exam, each of them in a scale between 0 and 10, the final mark will be calculated through the formula:

$$P = Z + 0.4 C (1 - Z / 10)$$

whenever $Z > 10 / 3$ and $C > 5$. Otherwise, $P = Z$. This combination of continuous evaluation and final exam will be applicable independently of the call in which the final exam is passed within the present academic year. For those students who have not gone for the continuous evaluation, the global mark of the course will be the one they have obtained in the final exam.

Español:

Para la evaluación del curso se ofrecen dos posibilidades a los/as estudiantes: (a) evaluación a lo largo del cuatrimestre complementada con un examen final y (b) examen final solamente. Se recomienda a los alumnos/as que opten por la posibilidad (a). A continuación se proporcionan detalles sobre ambas posibilidades:

(a) La evaluación a lo largo del cuatrimestre consiste en tres exámenes parciales, cada uno de ellos aportando el 25% de la nota "C". El 25% restante corresponde a una apreciación por parte del profesor de su participación en el curso (participación activa en clase, solución de ejercicios en sesiones conjuntas con los demás alumnos). Los estudiantes que opten por evaluación continua habrán de pasar un examen final, pero se beneficiarán de la aplicación de la fórmula standard del Grado de Física como se explica más abajo.

(b) El examen final tendrá lugar en la fecha prescrita oficialmente y consistirá en una prueba escrita sobre los conocimientos y destrezas adquiridos durante el curso. Se basará en preguntas teóricas y ejercicios del nivel desarrollado durante el curso. El examen final no contendrá ejercicios que requieran el uso de lenguajes de programación (por ejemplo, Python).

A los estudiantes que hayan obtenido nota en la evaluación continua se les calculará la nota final para el curso siguiendo la fórmula general prescrita en el Grado de Física, a saber: llamando C a la nota obtenida durante el cuatrimestre y Z a la nota del examen final, ambas en el rango 0 – 10, la nota final (P) se calcula mediante la fórmula $P=Z+0.4 C (1 - Z/10)$. Esta fórmula se aplica siempre que $Z > 10/3$ y $C > 5$; de otro modo, $P=Z$. Esta combinación se aplicará independientemente de la convocatoria en que se pase el examen final durante el presente curso académico. Para los estudiantes que no hayan optado por evaluación continua durante el cuatrimestre (o aquellos que hayan alcanzado en ella una nota inferior a 5, esto es, $C < 5$) la nota global del curso será la obtenida en el examen final.

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas objetivas	[CE33], [CE30], [CE29], [CE28], [CE26], [CE25], [CE24], [CE23], [CE20], [CE19], [CE18], [CE17], [CE16], [CE15], [CE14], [CE13], [CE12], [CE11], [CE6], [CE5], [CE4], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG8], [CG6], [CG5], [CG4], [CG3], [CG1]	English: <ul style="list-style-type: none"> • Analytical and synthetic capabilities • Precision in the calculations • logical clarity and rigorous reasoning • writing skills, orthography, general presentation abilities Español: <ul style="list-style-type: none"> • Capacidades analíticas y sintéticas • Precisión en los cálculos • Claridad lógica y razonamiento riguroso • Expresión escrita, ortografía, habilidades de presentación de resultados 	75,00 %

Escalas de actitudes	[CE32], [CE31], [CE30], [CE29], [CE28], [CE27], [CE26], [CE24], [CE23], [CE19], [CE17], [CE14], [CE11], [CE7], [CE5], [CE4], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG7], [CG4]	English: Important criteria for this evaluation item are: the active participation of the student in the classroom, their presentation of solved exercises in the blackboard, their positive attitude toward learning the topic of the lecture course. Español: criterios importantes para este apartado de evaluación son: participación activa del estudiante en la clase, presentación de ejercicios resueltos en la pizarra, actitud positiva ante el aprendizaje de los temas del curso.	25,00 %
----------------------	---	--	---------

10. Resultados de Aprendizaje

English:

The objective of the course is that the students grasp the basic physical and mathematical principles that govern the behavior of fluids, that they develop the necessary skills to deal with them, and that they become acquainted with different aspects of their application to astrophysical systems. Some of the expected results obtained in the course are:

- Acquisition of skills to treat physical media which are continuous and inhomogeneous.
- In-depth training in basic physical concepts like the conservation laws for continua, the volume density and flux of extensive physical quantities, etc.
- First opportunity to acquire experience in the combination (and conceptual separation) of the mechanical and thermodynamical aspects in the physical description of the gases.
- Training in the use of tensor quantities, which can also serve as preliminary training for the General Relativity lecture course.
- Learning of basic ideas about dimensions and dynamical similarity in physical systems
- Understanding of the relationship between the microscopic and macroscopic description of a continuous medium.
- Exposure to the concept of viscosity and acquisition of first ideas concerning turbulence.
- Through the study of wave propagation and instabilities using a classical small-perturbation approach, understanding of the linear behavior of intrinsically nonlinear systems.
- First meeting with physical situations containing sharp transitions (shock fronts) that naturally result from the physical evolution of the system.
- Access to the physics of the cosmos by way of gas dynamics, in particular concerning stellar structure and cosmic plasma physics. Specific applications envisaged are: solar and stellar winds, accretion disks, supernova remnants, internal gravity waves, astrophysical instabilities.

Spanish:

El objetivo del curso es que lo/as estudiantes dominen los principios básicos físicos y matemáticos que gobiernan el comportamiento de los fluidos, que desarrollen las habilidades necesarias para tratarlos y que se familiaricen con los diferentes aspectos de su aplicación a sistemas astrofísicos. Algunos de los resultados que se espera obtengan en el curso son:

- El alumno adquirirá soltura para tratar física y matemáticamente los medios continuos inhomogéneos
- Entrenamiento a fondo en el uso de conceptos físicos básicos como densidad y flujo de magnitudes físicas extensivas y leyes de conservación.
- Maduración en la combinación (y diferenciación) de los aspectos mecánicos y termodinámicos en la descripción física de los gases

- Familiarización en el uso de magnitudes tensoriales, que preparan el terreno para la asignatura de Relatividad General
- Comprensión de la relación entre descripción microscópica y macroscópica de un medio físico continuo
- Comprensión de aspectos no lineales del comportamiento de la naturaleza.
- Comprensión del tratamiento de ondas en los sistemas intrínsecamente no lineales, como los gases
- Primer encuentro con situaciones físicas con transiciones bruscas (choques) y comprensión de los motivos de su presencia generalizada en la tierra y en el cosmos.
- Acercamiento a la física del cosmos mediante dinámica de gases

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

The attached chronogram is only an approximate guide and can be modified depending on the needs of the students and the general progress of the course. // El cronograma adjunto vale sólo como guía aproximada y puede ser modificado dependiendo de las necesidades de los alumnos y del progreso general del curso.

Primer cuatrimestre

Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	1	Theoretical lectures + exercises // clases teóricas y ejercicios	3.00	5.00	8.00
Semana 2:	1	Theoretical lectures + exercises // clases teóricas y ejercicios	4.00	5.00	9.00
Semana 3:	2	Theoretical lectures + exercises // clases teóricas y ejercicios	3.00	5.00	8.00
Semana 4:	2	Theoretical lectures + exercises // clases teóricas y ejercicios	4.00	5.00	9.00
Semana 5:	2	Theoretical lectures + exercises // clases teóricas y ejercicios	4.00	5.00	9.00
Semana 6:	3	Theoretical lectures + exercises // clases teóricas y ejercicios	3.00	5.00	8.00
Semana 7:	3. 1st partial exam. // primer parcial	Theoretical lectures + exercises // clases teóricas y ejercicios	4.00	5.00	9.00
Semana 8:	4	Theoretical lectures + exercises // clases teóricas y ejercicios	4.00	5.00	9.00

Semana 9:	4,5	Theoretical lectures + exercises // clases teóricas y ejercicios	4.00	6.00	10.00
Semana 10:	5	Theoretical lectures + exercises // clases teóricas y ejercicios	4.00	6.00	10.00
Semana 11:	5	Theoretical lectures + exercises // clases teóricas y ejercicios	2.00	6.00	8.00
Semana 12:	5, 6 // Second partial exam. // Segundo parcial	Theoretical lectures + exercises // clases teóricas y ejercicios	4.00	6.00	10.00
Semana 13:	6,7	Theoretical lectures + exercises // clases teóricas y ejercicios	4.00	6.00	10.00
Semana 14:	7. Third partial exam / tercer parcial	Theoretical lectures + exercises // clases teóricas y ejercicios	4.00	6.00	10.00
Semana 15:	Weeks 15 - 16.	Exams and revisions // exámenes y revisiones.	9.00	14.00	23.00
Semana 16 a 18:			0.00	0.00	0.00
Total			60.00	90.00	150.00