



Asignatura: Modelización en fluidos y estructuras  
Código: 30077  
Centro: Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8

## ASIGNATURA / **COURSE TITLE**

Modelización en fluidos y estructuras / Modeling in fluids and structures

### 1.1. **Código / Course number**

30077

### 1.2. **Materia / Content area**

Mecánica de fluidos / Fluid Mechanics

### 1.3. **Tipo / Course type**

Formación optativa / Elective subject

### 1.4. **Nivel / Course level**

Master M2

### 1.5. **Curso / Year**

2011/2012

### 1.6. **Semestre / Semester**

2º/ 2nd (Spring semester)

### 1.7. **Número de créditos / Credit allotment**

8 créditos ECTS / 8 ECTS credits

### 1.8. **Requisitos previos / Prerequisites**

Es necesario haber cursado un curso de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Además es recomendable tener conocimientos básicos de análisis funcional y armónico y disponer de un nivel de inglés que permita leer la bibliografía recomendada / **Main prerequisite: a course in PDEs at an intermediate level. Functional and real analysis recommended. English is used in the bibliography, and will possibly be the practical language in the classroom.**



Asignatura: Modelización en fluidos y estructuras  
Código: 30077  
Centro: Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8

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

La asistencia a clase es muy recomendable / *Attending all classes is not strictly required but it is highly recommended.*

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

Docente(s) Juan Luis Vázquez Suárez / *Lecturer*  
Departamento de Matemáticas / *Department of Mathematics*  
Facultad Ciencias / *Faculty Ciencias*  
Despacho 406 - Módulo M 17/ *Office 406 – Module 17*  
Teléfono / *Phone*: +34 91 497 4935  
Correo electrónico/*Email*: [juanluis.vazquez@uam.es](mailto:juanluis.vazquez@uam.es)  
Página web/*Website*: <http://www.uam.es/juanluis.vazquez>  
Horario de atención al alumnado/*Office hours*: TBA

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

El primer objetivo del curso es la exposición sistemática de la teoría matemática de los fluidos a partir de sus principios fundamentales, requisito imprescindible para comprender los muy variados modelos matemáticos que aparecen en la investigación actual. En el bloque central del curso se plantean los problemas clásicos: ecuaciones de Euler y Navier-Stokes, fluidos ideales planos, sistemas de la acústica y ondas de choque, y se expone la teoría de existencia y regularidad tanto local como global, lo que exige un notable esfuerzo funcional.

En el último bloque se analizan los problemas de difusión no lineal y filtración en medios porosos lo que introduce a un nuevo campo de investigación del que el rasgo más sobresaliente es la existencia de fronteras libres.

Además se pretende introducir algunas otras orientaciones permitan a los alumnos se familiarizarse con problemas interesantes en temas en que existen una activa investigación.

*The course begins by a systematic exposition of the mathematical theory of fluids from its fundamental principles, a prerequisite for understanding the many different mathematical models that appear in the current research.*

*In the central block of course we will address the classical problems: Euler and Navier-Stokes equations, ideal fluid in the plane, acoustics systems and shock waves. After that, we will present the existence and regularity theory both locally and globally, which requires a significant functional effort.*

*The last part discusses the problems of nonlinear diffusion and filtration in porous media, thus introducing a new area of research whose most striking feature is the existence of free boundaries.*

*Furthermore, the course should introduce some other related topics so as to allow the students to familiarize with interesting problems in areas where there is an active research.*



Asignatura: Modelización en fluidos y estructuras  
Código: 30077  
Centro: Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8

## 1.12. Contenidos del programa / [Course contents](#)

### 1. Introducción a la teoría matemática de los fluidos

1. Introducción física. Cinemática
2. Leyes de conservación. Sistemas generales y clasificación.

### 2. Las ecuaciones de los fluidos perfectos. Sistema de Euler

1. Introducción y ejemplos característicos.
2. Concepto de vorticidad. Ecuaciones en términos de la vorticidad. Integrales singulares.

### 3. Fluidos ideales

1. Fluidos ideales planos. Variable compleja.
2. Capas límites. Teoría elemental del vuelo / [Boundary layers. Theory of flight](#)
3. Teoría ideal en dimensiones superiores

### 4. La ecuación de Navier-Stokes.

1. Características generales. Número de Reynolds.
2. Fluidos de NS clásicos

### 5. Teoría de los gases

1. Sistemas de ecuaciones de los fluidos compresibles.
2. Concepto de entropía
3. Sistemas de la acústica. Ondas de choque / [shock waves](#)

### 6. Teoría matemática de los fluidos clásicos

1. Breve introducción a los espacios de Sobolev.
2. El método de las estimaciones de energía.
3. El método de las características.
4. Soluciones globales. Existencia global en dos dimensiones.
5. El teorema de Beal-Kato-Majda.

### 7. Ecuaciones de difusión no lineal y filtración en medios porosos.

1. Modelización de los procesos de difusión y filtración. Ley de Darcy.
2. Existencia de soluciones para los problemas clásicos
3. Existencia y propiedades de las fronteras libres / [Existence of free boundaries](#)
4. Comportamiento asintótico / [Asymptotic behaviour](#)
5. Presentación y análisis de modelos alternativos
6. Problemas de Stefan y Hele-Shaw.
7. Problema de las películas delgadas / [thin films](#)

## 1.13. Referencias de consulta / [Course bibliography](#)

[1] Alexander J. Chorin, Jerrold E. Marsden. *A Mathematical Introduction to Fluid Mechanics*. Springer-Verlag. 1993.



Asignatura: Modelización en fluidos y estructuras  
Código: 30077  
Centro: Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8

[2] Andrew J. Majda, Andrea L. Bertozzi. *Vorticity and Incompressible Flow*. Cambridge University Press. 2002.

[3] Carlo Marchioro, Marco Pulvirenti. *Mathematical Theory of Incompressible Nonviscous Fluids*. Springer-Verlag. 1994

[4] Elias E. Stein. *Singular Integrals and Differentiability Properties of Functions*. Princeton University Press. 1986.

[5] Lawrence C. Evans. *Partial Differential Equations*. Graduate Studies in Mathematics. 1998.

[6] Juan Luis Vázquez. *Lecciones de Mecánica de Fluidos*, 2003, versión online.

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

- Clase magistral en gran grupo: exposición oral por parte del profesor de los contenidos teóricos fundamentales de cada tema.
- Seminarios: Cada alumno será responsable de la exposición oral de un trabajo que le será previamente asignado.
- Tutoría programada: Además de reforzar las clases magistrales en estas tutorías se ayudará y guiará al alumno en el trabajo que debe presentar en su seminario.

## 3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

		<u>Nº de horas</u>	<u>Porcentaje</u>
<u>Presencial</u>	Clases magistrales	45	36 %=72 horas
	Seminarios	12	
	Tutorías	13	
	Examen	2	
<u>No presencial</u>	Estudio semanal	45	64%=128 horas
	Realización trabajo	55	
	Preparación examen	28	
<u>Carga total de hora de trabajo: 25x8 ETCS</u>		<u>200</u>	

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

El 60% de la nota final vendrá dada por la evaluación del trabajo de investigación realizado por cada alumno. Este trabajo consistirá en el análisis y exposición de un artículo que será asignado por el profesor o elegido por el alumno bajo su supervisión.



Asignatura: Modelización en fluidos y estructuras  
Código: 30077  
Centro: Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8

También habrá un examen de la asignatura que junto con las exposiciones en clase y la resolución de problemas asignados completará el 40% restante. /  
*60 per cent of the grade will be assigned in view of the memoir written by the student on an assigned paper plus its possible developments. The rest will depend on the final exam, the expositions in class and the resolution of assigned problems.*

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA / [Make up exam](#): Examen ante tribunal de Máster / [examination by a committee](#)

## 5. Cronograma\* / [Course calendar](#)

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	Introducción a la teoría matemática de los fluidos	4	8
2	Las leyes básicas de los fluidos. Tensor de esfuerzos	4	8
3	Sistema de ecuaciones de Euler.	4	8
4	Sistema de ecuaciones de Euler	4	8
5	Teoría de fluidos ideales planos	4	8
6	Teoría matemática de las ecuaciones de Euler	4	8
7	Las ecuaciones de los fluidos viscosos. Ecuaciones de Navier-Stokes	4	8
8	Ecuaciones de Navier-Stokes. Teoría	4	8
9	Ecuaciones de los gases. Ondas de choque.	4	8
10	Ecuaciones de filtración en medios porosos. Modelización	4	8
11	Ecuaciones de filtración en medios porosos. Teoría.	4	8
12	Otros modelos: Células de Hele-Shaw, thin films,...	4	8
13-14	Trabajos avanzados	14	18
15-16	Evaluación	10	14

\*Este cronograma tiene carácter orientativo.