

FÍSICA DE FLUIDOS

Curso 2014/2015

(Código:61044052)

1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

Bienvenidos a la asignatura de Física de Fluidos

La Física de Fluidos estudia el comportamiento a nivel macroscópico del tipo de medios continuos conocidos como fluidos (principalmente los líquidos y los gases). Al contrario que los sólidos, los medios fluidos no presentan una resistencia a la deformación (y por tanto no tienen una forma definida), sino a la velocidad de deformación. Esto hace que la presencia de cualquier esfuerzo cortante aplicado sobre el fluido se traduzca en el movimiento macroscópico de unas regiones del fluido respecto de otras que distingue a los medios fluidos de los sólidos. Dependiendo de las condiciones en que tiene lugar este movimiento, o flujo, se observan distintos regímenes, cuyo estudio es el objeto fundamental de la Física de Fluidos.

El tipo de sistemas estudiados en Física de Fluidos incluye a los gases y los líquidos habituales. Esto hace que la aplicabilidad de esta materia sea muy amplia. En particular la Física de Fluidos es un ingrediente fundamental en áreas como meteorología, medicina o ingeniería. Desde el punto de vista teórico la Física de Fluidos es una de las teorías de campos fundamentales de la física.

Dado que la Física de Fluidos es una teoría de campos, el estudio de los fluidos que veremos en esta asignatura se basa en la descripción de diversas variables físicas (presión, velocidad, densidad, ...) por medio de funciones del espacio y el tiempo, es decir, campos. Las ecuaciones de conservación que describen la evolución de los sistemas fluidos se obtienen formulando en términos de estos campos los principios básicos de la física (conservación de la masa, conservación de la energía, conservación del momento lineal) y tienen la forma de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.

En el caso general las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales que gobiernan el comportamiento de los fluidos son lo suficientemente complicadas como para que sea imposible encontrar soluciones exactas. A esto contribuye especialmente el carácter no lineal de estas ecuaciones y también el número de variables independientes (3 variables espaciales 1 variable temporal). De hecho, las ecuaciones de Navier-Stokes constituyen uno de los problemas abiertos más activos en el campo de las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.

En este curso veremos la aplicación de los principios fundamentales de conservación de la masa, momento y energía a una partícula fluida para deducir las ecuaciones fundamentales de la Mecánica de Fluidos (ecuaciones de continuidad, de Navier-Stokes y de transferencia de calor y masa). A medida que se introducen estas ecuaciones de conservación veremos que pueden formularse en términos de ciertos números adimensionales, definidos como cocientes de las escalas características del problema (p. ej. los números de Mach, de Reynolds, de Prandtl, etc.). Estudiaremos el significado físico de cada uno de estos números y los distintos regímenes de flujo que pueden encontrarse en función de los valores de algunos de ellos (p. ej. flujo compresible o incompresible dependiendo del número de Mach, flujo laminar o turbulento dependiendo del número de Reynolds, etc.). Para ello estudiaremos las configuraciones de flujo sencillas más representativas de cada caso.

2. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

Física de Fluidos es una asignatura de carácter básico de la rama de Ciencias que se imparte durante el primer semestre del cuarto curso del grado en Físicas. Tiene asociados 6 créditos ECTS (de 30 horas cada uno) y no tiene prácticas de laboratorio.

La Física de Fluidos es una de las teorías de campos más fundamentales en física, tiene aplicaciones en multitud de campos, tanto de física teórica como aplicada. Por su propia estructura esta asignatura se apoya en todas las asignaturas de matemáticas estudiadas en el grado. En cuanto a los contenidos físicos esta asignatura se apoya directamente en las asignaturas de mecánica y termodinámica, y sirve de base a otras teorías de campos, como por ejemplo relatividad general.



3. REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Para el estudio con aprovechamiento de esta asignatura es imprescindible dominar al menos las nociones básicas de ecuaciones diferenciales ordinarias, y es más que recomendable tener un buen dominio de ecuaciones diferenciales, tanto ordinarias como en derivadas parciales, ya que las ecuaciones diferenciales son el lenguaje que estaremos empleando durante todo el curso. Aunque en menor medida, también es conveniente haber estudiado cálculo tensorial y geometría diferencial, ya que dichos conceptos se emplean en este curso. Aparte de los anteriores requisitos sobre herramientas matemáticas, el contenido de esta asignatura también se apoya en diversos conceptos de física estudiados en otras asignaturas, principalmente en mecánica clásica y termodinámica.

4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

En esta asignatura nos familiarizaremos con las variables físicas y lenguaje empleados en física de fluidos. Aprenderemos a aplicar los conceptos de conservación básicos de la física a sistemas fluidos, lo que nos permitirá deducir las ecuaciones de conservación básicas de la Física de Fluidos. Aprenderemos a realizar análisis de órdenes de magnitud basados en las escalas relevantes del problema para cada una de las variables físicas, esto nos permitirá deducir qué términos de las anteriores ecuaciones de conservación son los relevantes en cada caso en función de los números adimensionales relevantes del problema (como p. ej. el número de Mach, el de Reynolds, etc.). Aprenderemos a resolver estas ecuaciones en los casos de configuraciones sencillas en los que resulta posible llegar a una solución analítica. En este sentido veremos diversos resultados analíticos importantes como el teorema de conservación de la circulación de Kelvin o la ecuación de Bernoulli (para fluidos ideales) o los importantes flujos de Couette y de Poiseuille (para fluidos reales). También veremos una introducción a casos de configuraciones de flujo más complicadas, incluyendo capa límite y flujos turbulentos, transferencia térmica en fluidos, mezclas fluidas (fenómenos de difusión de masa en fluidos) y flujos multifásicos (fenómenos superficiales).

5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

Los contenidos de la asignatura se corresponden con la primera mitad del libro recomendado en la bibliografía básica: Mecánica de Fluidos de L. D. Landau y E. M. Lifshitz, publicado por la Editorial Reverté (Barcelona 1991). La elección del Landau Lifshitz como texto básico se debe a dos motivos: por un lado la indiscutible calidad del texto y por otro su orientación, que tiende a hacer más énfasis en los aspectos relacionados con la Física Teórica que en las innumerables aplicaciones de la Mecánica de Fluidos.

El texto de Landau y Lifshitz es conocido por desarrollar con gran precisión y profundidad los conceptos fundamentales de la Mecánica de Fluidos, desde sus aspectos más básicos partiendo de primeros principios, hasta un nivel bastante avanzado, llegando a mencionar cuestiones que aún hoy en día siguen siendo objeto de investigación por universidades y centros de investigación de todo el mundo. En general el estilo del texto es bastante condensado, por tanto es importante tomarse cierto tiempo para ir reproduciendo todos los cálculos y asimilando los conceptos.

Para facilitar el estudio de la asignatura hemos clasificado los apartados del texto recomendado en cuatro categorías, de mayor a menor importancia

B: Apartados básicos, cuyo contenido es totalmente fundamental.

G: Apartados generales y de aplicación inmediata de los contenidos fundamentales.

E: Ejemplos particulares de gran interés.

L: Apartados de lectura obligada.

de la siguiente manera:

Capítulo I. Fluidos ideales



B: § 1, 2, 6 y 7.
G: § 3, 4, 5, 8, 9 y 10.
E: §11, 12, 13 y 14.

Capítulo II. Fluidos Viscosos

B: § 15 y 19.
G: § 16, 20 y 24.
E: § 17, 21, 22 y 25.

Capítulo III. Turbulencia

B: § 26, 27 (sólo páginas 115 y 116), 31, 32 y 38.
G: § 33 y 34.
E: § 36 y 37.
L: § 29 y 30.

Capítulo IV. Capas Límites

B: § 39.
G: § 42.
E: § 40 y 44.
L: § 41, 43, 45 y 46.

Capítulo V. Conducción térmica en fluidos

B: § 49, 50 y 53.
G: § 54.
E: § 51 y 52.
L: § 55 y 56.

Capítulo VI. Difusión

B: § 57 y 58.
G: § 59.

Capítulo VII. Fenómenos superficiales

B: § 60
E: § 61.
L: § 62.

6.EQUIPO DOCENTE

- [MANUEL ARIAS ZUGASTI](#)
- [PEDRO LUIS GARCIA YBARRA](#)
- [JOSE LUIS CASTILLO GIMENO](#)

7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Para el estudio de esta asignatura recomendamos el libro de texto mencionado en la bibliografía básica, complementado con la colección de problemas resueltos disponible en la página de la asignatura.

PRUEBAS DE AUTOEVALUACION



Como ejercicios de autoevaluación proponemos que realicen de manera detallada los siguientes problemas especialmente representativos del temario, cuya solución se indica en el libro de texto:

Capítulo I. Fluidos ideales

Problema 1 (pág. 27), problema 5 (pág. 30), problema 7 (pág. 31), problema 8 (pág. 32), problema 1 (pág. 44).

Capítulo II. Fluidos Viscosos

Problema 5 (pág. 66), problema 2 (pág. 77), problema 3 (pág. 78), problema 1 (pág. 103), problema 6 (pág. 106).

Capítulo III. Turbulencia

Problema (pág. 138).

Capítulo IV. Capas Límites

Problema 1 (pág. 169), problema (pág. 176), problema 1 (pág. 189).

Capítulo V. Conducción térmica en fluidos

Problema (pág. 231), problema 1 (pág. 235).

Capítulo VI. Difusión

Problema 1 (pág. 260), problema 2 (pág. 261).

Capítulo VII. Fenómenos superficiales

Problema 2 (pág. 269), problema 3 (pág. 269), problema 1 (pág. 275), problema 2 (pág. 275).

Asimismo se recomienda que intenten realizar los exámenes de años anteriores que puede encontrar en la página de la asignatura.

8.EVALUACIÓN

Se podrá realizar una evaluación continua calificativa de manera voluntaria, que consistirá en unas pruebas objetivas en el curso virtual. La fecha de dichas pruebas así como sus detalles específicos se anunciarán en el mismo curso virtual. La resolución correcta de estas pruebas de evaluación continua podrá incrementar la nota final hasta un máximo de un punto.

En caso de que el estudiante decida no realizar la evaluación continua su nota final será la que obtenga en la Prueba Presencial, que se realiza en los Centros Asociados y en las fechas fijadas por la UNED. La mayor parte de la puntuación de dicho examen presencial dependerá de la resolución de uno, o varios, problemas concretos, en los que se aplican los conceptos expuestos en el curso.

Los exámenes constarán de cuatro preguntas cortas (con una puntuación de en torno a 0,5 puntos cada una), dos cuestiones (con aproximadamente 2 puntos cada una) y un problema (con 4 puntos aproximadamente), si bien estas puntuaciones parciales son sólo orientativas y pueden variar levemente de una convocatoria a otra. La calificación final no se concederá sumando meramente la puntuación obtenida en cada apartado, sino que se valorará el examen en su conjunto.

Para la valoración final del examen es muy importante tener en cuenta que, tanto en las cuestiones como en el problema, no basta con aplicar las fórmulas correctas y llegar a la solución sin más, sino que es imprescindible explicar de manera breve, pero clara, cuáles son los pasos que se están dando, qué principios generales se están aplicando, qué aproximaciones se están haciendo justificando su validez, etc. También se valorará de manera negativa la presencia de errores inadmisibles, como por ejemplo resultados dimensionalmente incorrectos o con órdenes de magnitud claramente fuera de rango. Por otra parte, para obtener la calificación de apto deberá alcanzarse una calificación mínima en el problema (en torno a un punto de



los cuatro asignados).

El objetivo del examen es valorar el grado de asimilación de los conceptos de Física de Fluidos incluidos en el temario de la asignatura, por este motivo en el desarrollo matemático del examen no será determinante que haya pequeños errores de cálculo, siempre y cuando las ideas físicas sean correctas y estén bien explicadas. En este sentido un poco de reflexión después de terminar los cálculos puede ayudar mucho a detectar este tipo de errores. Por ejemplo, una vez finalizado un cálculo de una velocidad o de una tensión nos podemos preguntar: en el resultado obtenido ¿las dimensiones son correctas?, ¿tiene el signo que se esperaba?, ¿el orden de magnitud está justificado?

Por último, tal y como hemos mencionado anteriormente en el examen no se podrá utilizar libros ni apuntes, ni se requerirá el uso de calculadora.

9.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9788429140873

Título: MECÁNICA DE FLUIDOS. VOL. VI (1ª)

Autor/es: Lifshitz, Eugeny M. ; Landau, Levi D. ;

Editorial: REVERTÉ

Buscarlo en Editorial UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

10.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Comentarios y anexos:

Aparte del libro de Landau y Lifshitz existe un número considerable de textos muy recomendables, en particular el libro de Batchelor:

Batchelor, G. K.: An Introduction to Fluid Dynamics, Cambridge University Press 2000

es un clásico sobre esta materia. Otro texto muy recomendable es el libro de Tritton

Tritton, D. J.: Physical Fluid Dynamics, Van Nostran Reinhold 1977

Por último, aunque con una orientación más enfocada hacia las aplicaciones prácticas, también son muy recomendables los Apuntes de Cátedra de las escuelas de ingeniería, en particular:

Liñán, A. y cols.: Mecánica de Fluidos, Sec. de publicaciones E.T.S.I. Aeronáuticos, Universidad Politécnica de Madrid 2002

Crespo, A.: Mecánica de Fluidos. Sec. de publicaciones E.T.S.I. Industriales, Universidad Politécnica de Madrid 1987

En esta misma línea también se puede destacar el texto de White

White, F. M.: Mecánica de Fluidos, McGraw-Hill 2003



11.RECURSOS DE APOYO

Aparte de las Bibliografías Básica y Complementaria recomendadas, 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 no incluido en la bibliografía (apuntes, ejemplos, ejercicios, ...) 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.

12.TUTORIZACIÓN

El Equipo Docente ofrecerá una completa tutorización de la asignatura a través de su Curso Virtual. 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 para plantear al Equipo Docente cualquier duda relacionada con la asignatura.

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 horas. En caso de que el lunes sea día festivo, la guardia pasará al siguiente día lectivo. Para cualquier tipo de consulta se recomienda utilizar los foros de debate habilitados en el Curso Virtual de la asignatura. Estos foros son revisados continuamente por el Equipo Docente y permiten una comunicación rápida y directa entre profesores, alumnos y tutores.

