

13-14

# GUÍA DE ESTUDIO DE LDI



## FISICA DE FLUIDOS (FG)

CÓDIGO 01075168

UNED

**13-14**

**FISICA DE FLUIDOS (FG)**

**CÓDIGO 01075168**

# **ÍNDICE**

**OBJETIVOS**

**CONTENIDOS**

**EQUIPO DOCENTE**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE**

## OBJETIVOS

En este curso se pretende que el alumno se familiarice con los conceptos básicos de la Física de Fluidos, sus ecuaciones fundamentales, su terminología y la aplicación de estos conceptos para la resolución de algunos problemas prácticos.

En particular, 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 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 se estudian las configuraciones de flujo sencillas más representativas de cada caso, incluyendo fluidos ideales y viscosos, flujos turbulentos, capa límite, transferencia de calor y masa y fenómenos superficiales.

## CONTENIDOS

El temario de esta asignatura se basa en el libro de texto: *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.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos

Correo Electrónico

Teléfono

Facultad

Departamento

PEDRO LUIS GARCIA YBARRA

pgybarra@ccia.uned.es

91398-6743

FACULTAD DE CIENCIAS

FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS

Nombre y Apellidos

Correo Electrónico

Teléfono

Facultad

Departamento

MANUEL ARIAS ZUGASTI

maz@ccia.uned.es

91398-7127

FACULTAD DE CIENCIAS

FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS

Nombre y Apellidos

Correo Electrónico

Teléfono

Facultad

JOSE LUIS CASTILLO GIMENO

jcastillo@ccia.uned.es

91398-7122

FACULTAD DE CIENCIAS

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9788429140873

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

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

Editorial:REVERTÉ

Libro de texto

•LANDAU, L. D. y LIFSHITZ, E. M.: Mecánica de fluidos (Volumen 6 del Curso de Física Teórica). Editorial Reverté, 1991.

Para facilitar el estudio de la asignatura se proporciona a los alumnos una extensa colección de problemas resueltos (disponible en la página webCT de la asignatura), cuyo estudio se recomienda encarecidamente. En la página webCT de la asignatura también pueden encontrarse varios exámenes de años anteriores (muchos de ellos resueltos).

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9788448140762

Título:MECÁNICA DE FLUIDOS (5ª)

Autor/es:White, Frank ;

Editorial:MC GRAW HILL

ISBN(13):9788448198909

Título:FUNDAMENTOS Y APLICACIONES DE LA MECÁNICA DE FLUIDOS (2005)

Autor/es:Pérez-Saborid Sánchez-Pastor, Miguel ; Barrero Ripoll, Antonio ;

Editorial:McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A.

ISBN(13):9788497322928

Título:MECÁNICA DE FLUIDOS (1ª)

Autor/es:Crespo Martínez, Antonio ;

Editorial:THOMSON PARANINFO,S.A.

Para preparar adecuadamente el temario de la asignatura es suficiente el libro de texto recomendado. Se recomienda además estudiar con detenimiento los exámenes resueltos de años anteriores mostrados en la página webCT de la asignatura, que sirven para centrar el contenido del libro.

Para aquellos alumnos que estén interesados en bibliografía complementaria se indica a continuación una lista de libros que permiten ampliar el texto base y profundizar en el estudio de la física de fluidos. La mayor parte de los libros disponibles en español son traducciones de otros idiomas y tienen un enfoque más orientado a la ingeniería que a la Física Teórica,

no coincidiendo su contenido con el temario de Físicas salvo en lo referente a los temas más básicos de la asignatura. En cualquier caso, son recomendables los siguientes textos (orientados a las aplicaciones de la Mecánica de Fluidos en Ingeniería):

- BARRERO RIPOLL A. y PÉREZ-SABORID SÁNCHEZ-PASTOR, M.: Fundamentos y Aplicaciones de la Mecánica de Fluidos. McGraw Hill, Madrid, 2005.
- CRESPO, A.: Mecánica de fluidos. Editorial Thomson, Madrid 2006.
- LIÑÁN MARTÍNEZ A., RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ M. y HIGUERA ANTÓN FJ.: Mecánica de Fluidos, apuntes de la ETSI Aeronáuticos, Universidad Politécnica de Madrid, 2008.
- WHITE, F. M.: Mecánica de Fluidos, McGraw-Hill 2003.

Aparte de estos, recomendados como bibliografía complementaria los siguientes textos:

#### **En inglés:**

- BATCHELOR, G. K.: An Introduction to Fluid Dynamics, Cambridge University Press, 1994.
- TRITTON, D. J.: Physical Fluid Dynamics. Van Nostrand Reinhold, Nueva York, 1977.
- SMITS, A. J.: A Physical Introduction to Fluid Mechanics, John Wiley & Sons, Nueva York, 2000.

#### **En francés:**

- GUYON, E.; HULIN, J. P. y PETIT, L.: Hydrodynamique physique, Editions du CNRS, Paris, 1991.

Como **libros específicos** de algunos temas de fluidos se pueden recomendar:

- SCHLICHTING, H.; GERSTEN, K.: Boundary-Layer Theory. Springer-Verlag Nueva York, 2008.
- FRISH, U.: Turbulence. Cambridge University Press, 1998.
- FRIEDLANDER, S.: Smoke, Dust and Haze. Oxford University Press, Nueva York, 2000.

## **SISTEMA DE EVALUACIÓN**

### **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 webCT de la asignatura.

**TRABAJOS VOLUNTARIOS**

**RESOLUCION DE EXAMENES DE CURSOS ANTERIORES**

Con carácter voluntario le proponemos que resuelva y nos envíe para su evaluación los siguientes exámenes, cuyos enunciados pueden encontrar en la página webCT de la asignatura:

- Segunda semana de febrero de 1995
- Primera semana de febrero de 1999
- Primera semana de febrero de 2001 (para resolver el problema, compare este caso con el planteado en el problema de septiembre de 1995)
- Segunda semana de febrero de 2001
- Primera semana de febrero de 2002
- Septiembre de 2009

Para que el trabajo sea valorado no es necesario que resuelva todos los exámenes propuestos, puede enviar sólo algunos de ellos. Por otra parte, también puede intentar resolver y enviarnos algunos problemas del libro de texto.

En el caso de que las soluciones que envíe sean satisfactorias la puntuación concedida por este trabajo será tomada en cuenta en la nota final, aunque la calificación del examen presencial tendrá siempre un peso determinante. Recuerde que, tanto en este trabajo voluntario como en su prueba presencial, debe detallar todos los pasos que realice en las cuestiones y en el problema.

**PRACTICAS DE LABORATORIO EN EL CENTRO ASOCIADO DE MADRID**

El elevado coste del material de laboratorio, junto con la relativamente baja matrícula de esta asignatura (al ser una asignatura de 5º), hacen que resulte imposible realizar prácticas de laboratorio en todos los centros asociados. De momento el único centro en el que disponemos del material adecuado es el Centro Asociado de Madrid (Las Rozas). Los alumnos interesados, a los que les sea posible desplazarse al Centro Asociado de Madrid, tienen la posibilidad de realizar unas prácticas de laboratorio sobre aspectos básicos de Física de Fluidos. La realización de estas prácticas es totalmente voluntaria y, dado que no todos los alumnos tienen la posibilidad de asistir, su realización no influirá en la nota final.

Guiones de las prácticas

Los alumnos matriculados pueden encontrar en las páginas en webCT de esta asignatura los guiones de las prácticas de laboratorio actualmente disponibles.

#### Duración y horario del laboratorio

La organización de las prácticas de Física de Fluidos depende de que haya un número suficiente de alumnos interesados. Generalmente las prácticas duran una semana y se realizan durante el mes de diciembre, las fechas exactas se deciden cada año en función de las preferencias de los alumnos apuntados. Para apuntarse a estas prácticas, los alumnos interesados y que puedan desplazarse a Madrid, deben ponerse en contacto (en cualquiera de las formas indicadas en el apartado de consultas) con el Profesor Manuel Arias Zugasti, quien coordinará esta actividad.

#### PRUEBAS PRESENCIALES

Los exámenes constarán de cuatro preguntas cortas (con una puntuación 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).

#### Indicaciones adicionales

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?

De todas formas hay ciertos errores matemáticos que resultan inadmisibles y deben evitarse cuidadosamente, como por ejemplo el uso incorrecto de las reglas básicas de manipulación algebraica o no saber cómo aplicar las condiciones de contorno en una



ecuación diferencial (estos errores se han detectado, como casos excepcionales, en exámenes de cursos anteriores).

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.

### INDICACIONES GENERALES

Los alumnos matriculados pueden encontrar en las páginas de webCT de esta asignatura algunas indicaciones adicionales sobre cómo deben realizar el examen, así como ejemplos de exámenes de años anteriores.

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

En principio animamos a todos los interesados a participar libremente en los diversos **foros** de la asignatura, disponibles en la página de la asignatura en la plataforma webCT.

En dichos foros podrá plantear dudas, intercambiar opiniones, hacer comentarios... en definitiva, podrá comunicarse libremente con los profesores de la asignatura y con otros alumnos.

En los foros de la asignatura existen herramientas que le permitirán seleccionar la forma en la que desea que se envíen sus mensajes:

- Para enviar un mensaje que no sea visible a los demás alumnos, tutores o profesores, sino que sólo sea visible por el destinatario, hay que entrar en "Correo" y pulsar sobre "Mensaje nuevo", seleccionando el destinatario al que desea enviar el mensaje.
- Para preguntar dudas y realizar consultas generales cuya contestación pueda ser de utilidad para otros alumnos es preferible utilizar el "**Foro de Debate**" y dirigir un "Mensaje nuevo", bien al "**Foro de Dudas**" si es una pregunta sobre el temario de la asignatura, o bien a "**Consultas Generales**" si es una pregunta de organización general del curso. De esta manera, las preguntas y contestaciones quedan accesibles para todos los alumnos, tutores y profesores de la asignatura.

También pueden realizarse consultas por correo, teléfono o correo electrónico de la forma que se indica a continuación:

Consultas Postales:

- Prof. Manuel Arias Zugasti  
Departamento de Física Matemática y de Fluidos  
Facultad de Ciencias - UNED  
Apdo. 60141  
28080 Madrid

Consultas Presenciales:

Facultad de Ciencias - UNED  
Paseo de la Senda del Rey 9.  
28040 Madrid

- D. José L. Castillo Gimeno  
Despacho 210-B  
Tel.: 91 398 71 22  
Correo electrónico: jcastillo@ccia.uned.es
- D. Pedro L. García Ybarra  
Despacho 210-B  
Tel.: 91 398 67 43  
Correo electrónico: pgybarra@ccia.uned.es
- D. Manuel Arias Zugasti  
Despacho 230  
Tel.: 91 398 71 27  
Correo electrónico: maz@dfmf.uned.es

El horario habitual de permanencia de los Profesores de esta asignatura en la Universidad, es de 9 a 17 horas, de lunes a viernes. Se aconseja a los alumnos que realicen sus consultas durante el horario designado (los lunes de 16 a 20 horas), cuando podrán contactar fácilmente con los profesores. Si desean hacer una consulta en el despacho y no pueden en este horario, llamen por teléfono para concertar una hora en otro momento. También pueden dejar un mensaje en el contestador automático del Departamento: 91 389 71 30, o vía fax: 91 398 76 28.

---

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.