

# FÍSICA DE FLUIDOS FISIOLÓGICOS

Curso 2011/2012

(Código: 21153121)

## 1. PRESENTACIÓN

La asignatura Física de Fluidos Fisiológicos es una asignatura obligatoria del segundo semestre del segundo curso del Máster de Física Médica impartido por la Facultad de Ciencias de la UNED en colaboración con el Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid.

El transporte de distintos componentes materiales entre una parte y otra del cuerpo humano involucra el movimiento de fluidos (un líquido como la sangre, o un gas en el caso de la respiración). En esta asignatura se pretende:

- Proporcionar a los alumnos las herramientas adecuadas para que adquieran un conocimiento básico de la mecánica de fluidos.
- Aplicar estos conocimientos básicos al estudio del comportamiento de los fluidos fisiológicos.

Además de los objetivos específicos de la asignatura, el estudiante deberá, durante su preparación de la asignatura, desarrollar las habilidades y actitudes generales:

- Trabajar de forma autónoma.
- Utilizar las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) con sentido crítico.
- Familiaridad con las principales fuentes de información que le permitan encontrar, seleccionar y entender la información.
- Resolver problemas mediante la aplicación integrada de los conocimientos aprendidos.
- Deducir conclusiones lógicas y elaborar hipótesis razonables susceptibles de evaluación.

así como los objetivos "marco" del libro guía del Máster:

- Poseer y comprender tanto los conocimientos básicos como los más avanzados necesarios para un desarrollo científico y profesional en el campo de la Física Médica, bien en el área de la investigación como en sus aplicaciones industriales y tecnológicas.
- Saber aplicar los conocimientos adquiridos en Física en los procesos en los que esta disciplina está directa o indirectamente involucrada en Tecnologías aplicadas a la Medicina y/o a la Biología.
- Saber integrar los distintos métodos científicos relacionados con este campo para poder desarrollar labores en el entorno profesional, en la industria y en la investigación. Poder comunicar los resultados de sus trabajos a las comunidades especializadas.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN

Física de Fluidos Fisiológicos es una asignatura obligatoria del segundo semestre del segundo curso. Dada la estructura del Máster, el alumno ha debido de superar previamente el primer curso de adaptación, adquiriendo los conocimientos de física y matemáticas que requiere el estudio de esta asignatura.

El carácter de esta asignatura es obligatorio de 6 créditos ETCS.



### 3. REQUISITOS PREVIOS RECOMENDABLES

Para poder abordar el estudio del temario de la asignatura se requiere haber superado el primer curso del Máster, puesto que es imprescindible que el alumno tenga conocimientos básicos sobre:

- Física, concretamente de mecánica.
- Matemáticas, especialmente de cálculo de funciones de varias variables, integración y diferenciación de funciones, ecuaciones en derivadas totales y ecuaciones en derivadas parciales.

Conocimientos que se proporcionan en las asignaturas Física Matemática y Física Moderna del primer curso del Máster.

En los apuntes de la asignatura se proporciona, como referencia, un Apéndice con algunos conceptos matemáticos básicos.

Por otra parte, para esta asignatura se requieren también unos conocimientos básicos de inglés científico, dado que la bibliografía complementaria se halla en ese idioma. Además, se requerirá que el alumno sea capaz de analizar artículos científicos e información técnica que se encuentran, generalmente, en inglés.

### 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Los objetivos de estudio de esta asignatura (que indican los resultados que se pretenden alcanzar) se reflejan en los siguientes conocimientos que el estudiante debe adquirir:

- Manejo del concepto de presión y esfuerzos viscosos. Conocimiento de sistemas de referencias eulerianos y lagrangianos.
- Conceptos de fenómenos de transporte en fluidos. Comportamiento dinámico de partículas arrastradas por fluidos.
- Significado de los términos de las ecuaciones en fluidos.
- Manejo del concepto de adimensionalidad y números adimensionales.

Y que sepa aplicar estos conocimientos en aplicaciones concretas:

- Aplicaciones de la física de fluidos en medicina.
- Dinámica de la corriente sanguínea.
- Flujo de aire en la respiración.
- Otros fluidos fisiológicos.

### 5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

Los contenidos del programa de la asignatura se han estructurado en los siguientes temas:

- 1.- Introducción. Conceptos básicos. Estática de fluidos
  - 1.1.- Física de Fluidos.
  - 1.2.- Sólidos, líquidos y gases.
  - 1.3.- Variables características en un fluido: Presión, densidad, temperatura, concentración, velocidad, flujo de masa, flujo de calor.
  - 1.4.- Fluidoestática. Diferencias de presión en un fluido estático.
  - 1.5.- Unidades de medida. Parámetros adimensionales.
  - 1.6.- Superficies e interfases. Condiciones de contorno.
  - 1.7.- Tensión superficial.
  - 1.8.- Fórmula de Laplace.
- 2.- Dinámica de fluidos., continuidad, presión y esfuerzos viscosos
  - 2.1.- Coordenadas Eulerianas y coordenadas Lagrangianas. Teorema de Transporte de Reynolds.
  - 2.2.- Ecuación de continuidad (conservación de masa).



- 2.3.- Ecuación de Navier-Stokes. Viscosidad.
- 2.4.- Ecuaciones de Bernouilli y de Euler.
- 3.- Fenómenos de transporte en fluidos, advección, difusión e inercia
  - 3.1.- Ecuación de conservación de especies.
  - 3.2.- Transporte por difusión e inercia.
  - 3.3.- Ecuación del transporte del calor.
- 4.- Reología de la sangre
  - 4.1.- Fluidos newtonianos y no newtonianos.
  - 4.2.- Comportamiento viscoso de la sangre en pequeños capilares.
  - 4.3.- Viscosidad de suspensiones.
- 5.- Dinámica del sistema circulatorio
  - 5.1.- Física del ciclo cardíaco.
  - 5.2.- Propiedades de los vasos y cavidades: elastancia y compliancia.
- 6.- Microcirculación, flujo sanguíneo a través de órganos y tejidos
  - 6.1.- Microcirculación: circulación por capilares.
  - 6.2.- Ley de Darcy.
- 7.- Mecánica de la respiración
  - 7.1.- Estructura anatómica de los pulmones.
  - 7.2.- Mecánica de la respiración.
  - 7.3.- Estructura pulmonar.
  - 7.4.- Intercambio de oxígeno por dióxido de carbono.
  - 7.5.- Transporte y retención de partículas y contaminantes en las vías respiratorias.

## 6.EQUIPO DOCENTE

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

## 7.METODOLOGÍA

La metodología de la asignatura está basada en la enseñanza a distancia con el apoyo de la plataforma virtual de la UNED, aLF. El estudiante recibirá las orientaciones y el apoyo del equipo docente a través de las herramientas proporcionadas por la plataforma aLF, así como del correo electrónico.

Todos los materiales estarán disponibles a través de la plataforma aLF. El material de estudio de la asignatura se incluirá en esta plataforma en forma de archivos (en formato pdf de Acrobat) que pueden ser descargados al ordenador del alumno.

## 8.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Comentarios y anexos:

No existe ningún libro de texto comercial que recoja todos los contenidos del programa que se quiere incluir en esta asignatura. Para cubrir el temario, los profesores de la asignatura están preparando como material de estudio unas Unidades Didácticas de la UNED que se editarán formalmente tras unos primeros cursos en que se rodará el material en forma de apuntes. Durante este tiempo, los alumnos matriculados podrán obtener estos apuntes, a través de las páginas virtuales de la asignatura en la UNED, como un conjunto de archivos (en formato pdf de Acrobat) que pueden descargarse desde esta plataforma al ordenador del alumno o bien, se enviarán por correo ordinario a quien así lo solicite. El material se proporciona para uso exclusivo por los alumnos de esta asignatura y no puede ser distribuido, ni insertado en otras páginas web, sin permiso de los autores.

Los apartados que no estén cubiertos por estos apuntes podrán encontrarse en la bibliografía complementaria indicada a continuación, pero no serán objeto de examen.



## 9. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Comentarios y anexos:

Se indica a continuación una serie de libros que recogen algunos apartados del temario, pero que no son imprescindibles para preparar la asignatura.

Libro general sobre diversos aspectos de fluidos en medicina que complementa los apuntes del curso:

- L. Waite y J. Fine. Applied Biofluid Mechanics. McGraw Hill, Nueva York, 2007.

El resto de los libros indicados se reseñan como información complementaria

Libros sobre Mecánica de Fluidos de uso habitual en las escuelas de ingeniería españolas y en los que pueden encontrar los temas básicos de mecánica de fluidos y algunas aplicaciones no específicas de Medicina:

- Antonio Barrero Ripoll y Miguel Pérez-Saborid Sánchez-Pastor. Fundamentos y Aplicaciones de la Mecánica de Fluidos. McGraw Hill / Interamericana de España, Madrid 2005.
- Antonio Crespo Martínez. Mecánica de Fluidos. Editorial Thomson Editores Spain Paraninfo. Madrid, 2006.
- Amable Liñán Martínez. Mecánica de Fluidos. Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2005.

Otros libros con material complementario:

- W.H. Bain y A.M. Harper. Blood Flow through Organs and Tissues. ed. Edinburgh-London: E. and S. Livingstone Ltd. 1968b.
- G.K. Batchelor, H.K. Moffat y M.G. Worster (Editores). Perspectives in Fluid Dynamics. A Collective Introduction to Current Research. Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
- J. Butler. The Bronchial Circulation (Lung Biology in Health and Disease), Informa Healthcare, 1992.
- K.B. Chandran, A.P. Yoganathan y S. E. Rittgers. Biofluid Mecahnics. The Human Circulation. CRC Taylor & Francis, Boca Raton 2007.
- U. Dinnar. Cardiovascular Fluid Dynamics, CRC Press, Boca Raton, 1981
- Y.C. Fung. Biomechanics: Circulation. Springer Verlag 1996.
- N.H.C. Huang y N.A. Norman. Cardiovascular Fluid Dynamics and Measurements. University Park Press.
- P.K. Kundu e I.M. Cohen. Fluid Mechanics, Cuarta Edición. Academic Press, Amsterdam, 2008.
- W.W. Nichols y M.F. O'Rourke. McDonald's Blood in Arteries, 4th Ed., Lea & Febiger, Philadelphia, 1998.
- G. Pedrizzetti y K. Perktold (Editores). Cardiovascular Fluid Mechanics. Springer Verlag, Viena-Nueva York, 2003.

## 10. RECURSOS DE APOYO AL ESTUDIO

Tal como se indica en el apartado de Bibliografía Básica, el material de estudio de la asignatura se proporciona a través de las páginas virtuales de la asignatura en la UNED, como un conjunto de archivos que pueden ser descargados desde esta plataforma al ordenador del alumno. De manera que el alumno deberá seguir el curso a través de la plataforma aLF donde no sólo podrá acceder al material básico del curso, sino que podrá transmitir sus inquietudes tanto al equipo docente como a sus compañeros.

## 11. TUTORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO

Para todas las actividades de tutorización y seguimiento de esta asignatura, los alumnos deben dirigirse directamente a los profesores responsables de la Sede Central, tal como se indica en el apartado de Consultas de esta Guía.



## 12.EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

### A) EXAMEN

Como en las demás asignaturas obligatorias del Máster, se precisa evaluar los conocimientos adquiridos mediante un examen presencial, de dos horas de duración, que se realizará en el Centro Asociado de la UNED al que esté adscrito el alumno. El examen incluirá preguntas de teoría y cuestiones cortas (sin excesiva complejidad matemática) relativas al temario de la asignatura y tendrá lugar los días indicados en el calendario de exámenes del Máster en Física Médica.

SÓLO será objeto de examen (tanto en junio como en septiembre) el temario que se incluya como apuntes del curso antes de finales de abril. Posteriormente a esta fecha, pueden añadirse temas complementarios y nuevos problemas o cuestiones para facilitar la preparación del examen, pero no se añadirá ningún material de estudio obligatorio adicional.

### B) TRABAJO DE CURSO

Además, dado que el objetivo de la asignatura es proporcionar los conocimientos para poder leer la literatura científica especializada sobre fluidos en medicina que se publica actualmente, cada alumno debe realizar un resumen sobre uno de los artículos que se incluirán en la carpeta TRABAJOS DE CURSO. Este trabajo del alumno consistirá en un resumen explicativo del artículo en cuestión que podrá ser acompañado de otra información obtenida por el alumno sobre el tema del artículo. El trabajo se enviará en un archivo electrónico a través de las páginas virtuales de la asignatura. Deberá realizarse en español pudiendo incluirse una traducción al inglés.

### C) TRABAJO VOLUNTARIO

Los alumnos pueden proponer la realización de un proyecto voluntario a su elección, sobre temas de interés de la asignatura. Deben comunicar con antelación esta opción a los profesores de la asignatura. La puntuación se sumará a la obtenida en el trabajo de curso y la fecha límite de entrega es la misma que la del trabajo de curso

### D) FECHA LÍMITE DE ENTREGA DE TRABAJOS

En las páginas de la asignatura en la plataforma ALF de la UNED se ampliará esta información y se indicará la fecha límite de envío del trabajo de curso y del trabajo voluntario.

## 13.COLABORADORES DOCENTES

Véase equipo docente.

## 14.Consultas

Para consultas sobre esta asignatura, diríjase a cualquiera de los Profesores en la Sede Central. Se recomienda plantear las dudas y sugerencias haciendo uso de los foros en las páginas virtuales de la asignatura en la UNED. En estas páginas virtuales, dispone de distintas herramientas de comunicación.

También pueden realizarse consultas por correo, teléfono o e-mail de la forma que se indica a continuación.

Postales:

Prof. Jose L. Castillo

UNED

Facultad de Ciencias

Departamento de Física Matemática y de Fluidos

Apdo. 60141

28080 Madrid



Presenciales:  
Facultad de Ciencias  
Senda del Rey, 9  
28040 Madrid

D. Jose L. Castillo Gimeno  
Despacho 210-B  
Tel: 91 398 7122  
Correo electrónico: [jcastillo@ccia.uned.es](mailto:jcastillo@ccia.uned.es)

D. Pedro L. García Ybarra  
Despacho 210-B  
Tel: 91 398 6743  
Correo electrónico: [pgybarra@ccia.uned.es](mailto:pgybarra@ccia.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 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: 91 398 7130, o vía FAX: 91 398 7628

