

FÍSICA DE MEDIOS CONTINUOS: FORMALISMO GENERAL Y APLICACIONES

Curso 2010/2011

(Código:21156045)

1.PRESENTACIÓN

Física de Medios Continuos: Formalismo general y aplicaciones.

Código: 156045

Curso: Primero

Tipo: Optativa

Semestre: Primero

Créditos ECTS: 6 (180 h.) Teóricos: 4 (120 h.) Prácticos: 2 (60 h.)

Profesores de la asignatura:

- Emilia Crespo del Arco
Dpto.: Física Fundamental Despacho: 211-A
Tfno: 91 398 7123 E-mail: emi@fisfun.uned.es
Horario de tutoría: Miércoles de 15:30 a 19:30.

Emilia Crespo del Arco es Profesora Titular de Universidad en el Departamento de Física Fundamental en el Área de Mecánica de Fluidos. Imparte docencia de Física General y Métodos Numéricos I y II (Licenciatura de Ciencias Físicas) y de Meteorología y Climatología (Licenciatura de Ciencias Ambientales). Trabaja en proyectos de investigación en el campo de la Física de Fluidos.

- Miguel Angel Rubio Alvarez
Dpto.: Física Fundamental Despacho: 212-A
Tfno: 91 398 71 29 E-mail: mar@fisfun.uned.es
Horario de tutoría: Miércoles de 15:30 a 19:30.

Miguel Angel Rubio Alvarez es Catedrático de Universidad en el Departamento de Física Fundamental en el Área de Física Aplicada. Imparte docencia de Física General (Licenciatura en Ciencias Físicas), Cursos de Doctorado (Física de medios continuos y Estructura y propiedades de fluidos complejos) en el Programa de Doctorado Interuniversitario con Mención de Calidad "Física de Sistemas Complejos", y es Coordinador de Laboratorios docentes del Departamento de Física Fundamental. Es el director del Laboratorio de Sistemas Complejos (investigación).

Descriptores: Mecánica de medios continuos, cinemática, deformaciones, representaciones lagrangiana y euleriana, fuerzas de volumen y de contacto, tensor de esfuerzos, principios de conservación, ecuaciones de balance, ecuaciones constitutivas, ligaduras internas, invariancia material, principios para la formulación de ecuaciones constitutivas invariantes, fluido viscoso,



sólido elástico, viscoelasticidad

Objetivo general: Transmitir al alumno un conocimiento básico de los conceptos propios de la Física de los medios continuos deformables, en especial la descripción de su dinámica, hasta llegar al problema general de la formulación de ecuaciones constitutivas invariantes. Los diferentes tipos de comportamiento se ilustrarán por medio del estudio de los modelos de fluido viscoso newtoniano, sólido elástico y fluido viscoelástico lineal.

Objetivos concretos:

- Exponer los fundamentos físicos del estudio de las deformaciones y su cinemática en los medios continuos.
- Presentar las diferentes aproximaciones (lagrangiana y euleriana) a la representación del movimiento de los medios continuos deformables.
- Presentar la modelización de las fuerzas de contacto a través del tensor de esfuerzos de Cauchy.
- Presentar la formulación de los principios de conservación de masa, momento lineal y energía en forma diferencial, así como de los balances en las superficies de discontinuidad.
- Introducir el problema general de la representación matemática de las propiedades de los medios continuos a través de sus ecuaciones constitutivas y sus ligaduras internas, incluyendo la discusión del problema de la formulación de ecuaciones constitutivas con invariancia material.
- Introducir los principales modelos de ecuaciones constitutivas (fluido newtoniano, sólido elástico lineal y fluido viscoelástico lineal) para ilustrar las principales aplicaciones de la teoría general

2.CONTEXTUALIZACIÓN

Esta es una asignatura que, dentro del Máster, tiene carácter optativo puesto que pretende proporcionar al estudiante una formación específica en conceptos y técnicas relacionados con los procesos de flujo y deformación en medios continuos deformables.

La formación avanzada que se pretende proporcionar en la asignatura enlaza con las asignaturas habitualmente impartidas en el Grado de Física, como puede ser la Mecánica Analítica o la Física del Estado Sólido, y proporciona una base teórica sólida para abordar posteriormente otras asignaturas del Máster como son Estructura y propiedades de fluidos complejos o Inestabilidades y turbulencia.

La asignatura participa en la formación del alumno en las siguientes competencias:

Competencias genéricas:

1. Capacidad de análisis y síntesis.
2. Capacidad de organización y planificación.
3. Comunicación oral y escrita en lengua nativa.
4. Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio.
5. Resolución de problemas.
6. Razonamiento crítico.
7. Aprendizaje autónomo

Competencias específicas:

1. Capacidad de análisis de problemas nuevos en sistemas poco conocidos y determinar similitudes y diferencias con modelos de referencia
2. Capacidad de formular modelos matemáticos en términos de ecuaciones diferenciales (ordinarias o en derivadas parciales).
3. Saber construir modelos numéricos para fenómenos descritos por ecuaciones diferenciales (ordinarias o en derivadas parciales) con diferentes condiciones iniciales o de contorno.
4. Capacidad de realizar análisis críticos de resultados analíticos y numéricos.
5. Capacidad de búsqueda de bibliografía y fuentes de información especializadas. Manejo de las principales bases de datos de bibliografía científica y de patentes
6. Ser capaz de aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas avanzadas adecuadas para la investigación.
7. Ser capaz de comunicar con claridad y rigor los resultados de un trabajo de investigación de forma tanto oral como



escrita.

<!--[endif]-->

3. REQUISITOS PREVIOS RECOMENDABLES

Para abordar la asignatura con garantías de éxito son precisos conocimientos intermedios de Matemáticas y de Física adquiridos en una titulación de Graduado en Física o Ingeniería.

Matemáticas: Números complejos, funciones elementales, ecuaciones diferenciales ordinarias (lineales, de primer orden y coeficientes constantes), ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, tensores.

Física: Conocimientos básicos sobre propiedades mecánicas de fluidos y sólidos: viscosidad y módulo de elasticidad. Facilita mucho el seguimiento del curso haber superado con anterioridad cursos de nivel de Graduado en Física de las materias Mecánica Analítica o Física de Fluidos.

<!--[if !supportLineBreakNewLine]-->

<!--[endif]-->

4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

1. Manejo de las representaciones de los flujos de cizalla simple y elongacional.
2. Dominio del concepto de derivada material. Cálculo de derivadas materiales de elementos transportados en descripciones lagrangiana y euleriana.
3. Formulación de los balances en las superficies de discontinuidad.
4. Manejo de las ecuaciones del movimiento en distintos sistemas de coordenadas.
5. Formulación de relaciones objetivas entre esfuerzos y magnitudes cinemáticas.
6. Capacidad de modelización matemática de un medio continuo.
7. Comprensión de la representación de los esfuerzos: teorema de Cauchy.
8. Manejo de Ecuaciones constitutivas y ligaduras internas.
9. Comprensión de los criterios de admisibilidad de ecuaciones constitutivas.
10. Comprensión de los modelos principales (fluido newtoniano, sólido elástico lineal y fluido viscoelástico lineal).
11. Conocimiento y habilidad en la búsqueda de bibliografía y de fuentes de información especializada.

<!--[if !supportLineBreakNewLine]-->

<!--[endif]-->

5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

Parte I.- Formalismo general.

1. Tema 1.- Introducción al comportamiento de los materiales deformables.
2. Tema 2.- Las distintas formas de descripción de un medio continuo deformable.
3. Tema 3.- Deformaciones y desplazamientos.
4. Tema 4.- Cinemática de las deformaciones.
5. Tema 5.- Ecuaciones generales de la dinámica.
6. Tema 6.- La representación de las propiedades de los medios continuos.

Parte II.- Aplicaciones.

1. Tema 7.- El fluido newtoniano.
2. Tema 8.- Flujos ideales. Flujos dominados por la viscosidad.
3. Tema 9.- El sólido elástico lineal.
4. Tema 10.- El fluido viscoelástico lineal.

6. EQUIPO DOCENTE



7.METODOLOGÍA

La docencia se impartirá principalmente a través de un curso virtual dentro de la plataforma educativa de la UNED. Dentro del curso virtual los estudiantes dispondrán de:

1. Página de bienvenida, donde se indica el concepto general de cada una de las asignaturas que componen el módulo y se presentan a los docentes.
2. Calendario, donde se establece el orden temporal de actividades y sugerencias sobre el reparto temporal de la materia, para que el estudiante lo adapte a su disponibilidad y necesidades.
3. Materiales:
 - *Guía del curso*, donde se establecen los objetivos concretos y los puntos de interés.
 - *Programa*, donde se especifica la división del contenido por capítulos.
 - *Orientaciones* sobre la forma de abordar el estudio de cada tema.
 - *Recursos*, donde se proporciona el material necesario para el estudio, incluyendo referencias a artículos fundamentales en el desarrollo de la disciplina.
4. Herramientas de comunicación:
 - *Correo*, para la consulta personal de cuestiones particulares del alumno.
 - *Foros de debate*, donde se intercambian conocimientos y se resuelven dudas de tipo conceptual o práctico.
 - *Plataforma de entrega* de trabajos obligatorios, exámenes y problemas, y herramientas de calificación.
5. Actividades y trabajos: Dentro del Curso virtual se llevarán a cabo las siguientes:
 - Participación en los foros de debate.
 - Pruebas de evaluación continua en línea, al final de cada bloque del temario.
 - Resolución y discusión de problemas propuestos por el equipo docente a lo largo del curso.

Fuera del curso virtual el estudiante también tendrá acceso a realizar consultas al equipo docente a través del correo, teléfono y presencialmente en los horarios establecidos para estas actividades. También se pueden organizar videoconferencias coordinadas con los distintos Centros Asociados, si las necesidades docentes lo hicieran preciso.

Por lo que se refiere a la división temporal de las actividades del alumno en la asignatura, es esperable que la distribución sea aproximadamente la siguiente:

1. Créditos de contenido teórico:
 - Lectura comprensiva del material suministrado: 30%.
 - Realización de ejercicios de autocomprobación de asentamiento de conocimientos: 20%.
 - Resolución de problemas de índole teórica: 20%.
 - Búsqueda de información adicional en biblioteca, Internet, etc.: 10%.
 - Intercambio de información con otros compañeros y tutor en los foros: 10%.
 - Resolución de exámenes propuestos en años anteriores: 10%.
2. Créditos de contenido práctico:
 - Manejo de herramientas informáticas y de ayuda a la presentación de resultados: 20%.
 - Resolución de problemas de aplicación práctica a flujos o deformaciones concretas: 50 %.
 - Realización de prácticas virtuales: 20%.
 - Búsqueda de información adicional para resolución de problemas prácticos: 10%.

8.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Comentarios y anexos:

El material básico para preparar la asignatura se pone a disposición del estudiante a través del Curso virtual. Dicho material ha sido generado por los profesores encargados de la docencia de la asignatura y abarca todo el temario de la asignatura. En el apartado relativo a la bibliografía complementaria se recogen textos que pueden servir al estudiante para profundizar en algunos de los conceptos abordados en el material básico o bien para extender su visión a otros temas de Física de Medios Continuos no tocados en el presente curso.

<!-- [if !supportLineBreakNewLine]-->

<!-- [endif]-->



9.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9780471518440

Título: DYNAMICS OF POLYMERIC LIQUIDS (2a edición)

Autor/es: Armstrong, Robert C. ; Curtiss, Charles F. ; Bird, R. Byron ;

Editorial: WILEY- INTERSCIENCE

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780486661100

Título: VECTORS, TENSORS, AND THE BASIC EQUATIONS OF FLUID MECHANICS

Autor/es:

Editorial: DOVER PUBLICATIONS

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780521429696

Título: FLUID DYNAMICS FOR PHYSICISTS

Autor/es:

Editorial: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780750628945

Título: INTRODUCTION TO CONTINUUM MECHANICS, (3rd ed.)

Autor/es: Lai, W. M. ; Krempf, E. ; Rubin, David ;

Editorial: BUTTERWORTH-HEINEMANN

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación



Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780817648459

Título: AN INTRODUCTION TO THE MECHANICS OF FLUIDS (2nd edition)

Autor/es: Rajagopal, K. R. ; Truesdell, Clifford ;

Editorial: Birkhäuser Boston

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780898716207

Título: MATHEMATICS APPLIED TO CONTINUUM MECHANICS (CLASSICS IN APPLIED MATHEMATICS)

Autor/es: Lee A. Segel ;

Editorial: DOVER PUBLICATIONS

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9788429140873

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

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

Editorial: REVERTÉ

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

Comentarios y anexos:

- W. M. Lai, D. Rubin, and E. Krempf, *Introduction to Continuum Mechanics*, Butterworth-Heinemann, (1996). Este es un texto muy amplio que abarca casi todos los temas importantes de la asignatura con una gran profundidad y con numerosos ejemplos y problemas resueltos intercalados en el texto. Está bastante orientado hacia la presentación de los fluidos viscoelásticos.
- R. Aris, *Vectors, Tensors, and the Basic Equations of Fluid Mechanics*, Dover, Nueva York (1989). Este texto presenta una formalización rigurosa de la Mecánica de medios continuos utilizando conceptos de



geometría diferencial. Tiene un nivel matemático superior al exigido en la asignatura pero puede ser interesante para los alumnos que puedan estar interesados en profundizar en los aspectos más matemáticos de la formulación diferencial de ecuaciones constitutivas.

- L. D. Landau y E.M. Lifshitz, *Mecánica de fluidos* (Volumen 6 del Curso de Física Teórica). Editorial Reverté, 1991.
Las ecuaciones que gobiernan el movimiento de un fluido newtoniano se encuentran explicadas con gran rigor, así como numerosos ejemplos de fluidos comprensibles e incompresibles en que estas ecuaciones tienen una solución exacta. Es un buen libro de texto y de consulta para cualquier duda.
- L. A. Segel, *Mathematics Applied to Continuum Mechanics*, Dover, Nueva York (1987). Sedra, A.S. y Smith, C.S.: Circuitos microelectrónicos, 5ª edición, McGraw-Hill, México, 2006.
Este texto tiene un enfoque similar al anterior, en cuanto a rigor matemático, pero más orientado hacia la Mecánica de los fluidos newtonianos. Puede ser de interés para los alumnos que pretendan seguir posteriormente la asignatura de Inestabilidades y turbulencia.
- C. Truesdell, K.R. Rajagopal, *An Introduction to the Mechanics of Fluids*, Birkhauser, Boston (2000).
Este es un texto de gran claridad, pero de gran dificultad matemática, que puede ser muy útil para los alumnos que deseen profundizar en la formalización matemática de la Mecánica de los Medios continuos deformables.
- R. B. Bird, R. C. Armstrong, and O. Hassager, *Dynamics of Polymeric Liquids*, Vol. 1: Fluid Mechanics, John Wiley and Sons, Nueva York (1987).
Este es un texto que puede ser de gran interés para los estudiantes que piensen cursar seguidamente la asignatura de Estructura y propiedades de fluidos complejos. Contiene una descripción muy detallada de la llamativa fenomenología que aparece en el comportamiento mecánico de los fluidos complejos, de las técnicas experimentales que se utilizan en su caracterización y de los modelos teóricos que se emplean en su representación.

<!--[if !supportLineBreakNewLine]-->
<!--[endif]-->

10. RECURSOS DE APOYO AL ESTUDIO

A través del Curso virtual se pondrá a disposición de los alumnos diverso material de apoyo al estudio, por ejemplo, simulaciones en la plataforma EasyJava para ilustrar algunos contenidos del programa del curso. Como ejemplo podemos citar la resolución de un problema de Mecánica de Fluidos simple mediante las ecuaciones de Navier-Stokes: Obtención de la superficie del agua (paraboloide) en una vasija en rotación con velocidad de rotación uniforme.

También se proporcionarán a los alumnos lecturas recomendadas. Estas lecturas pretenden estimular a los estudiantes y desarrollar su capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos a casos prácticos.

11. TUTORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO

Las labores de autorización y seguimiento se harán principalmente a través de las herramientas de comunicación del Curso virtual (Correo y Foros de debate). Por otra parte, los estudiantes podrán siempre entrar en contacto con los profesores de la asignatura por medio de correo electrónico, teléfono o entrevista personal en las siguientes coordenadas:

1. Dra. Emilia Crespo del Arco
e-mail: emi@fisfun.uned.es
Teléfono: 91 398 7123
Horario: Miércoles, de 15:30 a 19:30
Despacho: 211-A (Facultad de Ciencias, 2ª planta).
<!--[if !supportLineBreakNewLine]-->
<!--[endif]-->
2. Dr. Miguel Angel Rubio Alvarez
e-mail: mar@fisfun.uned.es
Teléfono: 91 398 7129
Horario: Miércoles, de 15:30 a 19:30
Despacho: 212-A (Facultad de Ciencias, 2ª planta).



12.EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

Se realizará a través de la valoración de dos pruebas de evaluación continua en línea y, con carácter optativo, de la realización de un trabajo de curso. La calificación final se obtendrá a partir de los siguientes elementos:

- Pruebas de evaluación continua en línea. Representarán un 90 % de la calificación final (45 % cada una). Estas pruebas son obligatorias.
- Trabajo de curso optativo: Representará un 10 % de la calificación final.

13.COLABORADORES DOCENTES

Véase equipo docente.

