LÍNEAS TFG CURSO 2021-2022

Departamento	Materia	LÍNEAS	Número plazas
Física Fundamental	*Termodinámica y Física Estadística*	Resonancia paramétrica en osciladores	2
		Dinámica molecular para resolver problemas en física	2
		Movimiento Browniano	1
		Transiciones de fase. Fenómenos críticos	2
		Estudio de propiedades de trabajo de conversores de energías renovables	1
		Trinquete de Feynman	1
		Uso del hidrógeno como fuente de energía	1
	Física Cuántica	Problemas, avances y paradojas en mecánica cuántica	3
	Estructura Materia	Comportamiento dinámico de fluidos viscosos	2
		Simulación de fluidos complejos	2
		Aplicaciones prácticas del movimiento browniano: Técnicas microreológicas	2
	Física Multidisciplinar	Redes neuronales	2
		Ciencia y Análisis de Datos: Big Data	2
		Total:	**23**
Física Interdisciplinar	*Electricidad y Óptica*	Piezoelectricidad y energy harvesting	2
		Óptica avanzada	1
	Física Cuántica	Problemas, avances y paradojas en mecánica cuántica	2
	Estructura Materia	Problemas de convección-difusión en la liberación de fármacos en el seno de un fluido	1
		Simulación de fluidos magneto-reológicos	1
		Simulación de estructuras y propiedades en materiales	1
		Modelo de Atmósfera Estelar	1

	Física Multidisciplinar	Modelos Climáticos y oceanográficos simples	1
		Modelos de reacción-difusión-advección y creación de estructuras en Turing	1
	Técnicas Experimentales	Construcción y caracterización de un detector Geiger controlado con Arduino	1
		Técnicas experimentales y de simulación aplicadas a la espectroscopía infrarroja de materiales a bajas temperaturas	3
		Simulaciones visuales e interactivas de experimentos de Física	2
		Microfluídica	1
		Total:	**18**
Física Matemática y de Fluidos	*Métodos Matemáticos de la Física*	Dinámica no lineal: Análisis de dinámica no lineal por medio del desarrollo de Karhunen-Loeve (Proper Orthogonal Decomposition, Principal Component Analysis)	1
		Dinámica no lineal: Superficies de discontinuidad y fenómenos acústicos en fluidos	1
		Simetría y leyes de conservación (mecánica teórica, relatividad general)	2
	Termodinámica y Física Estadística	Fenómenos de combustión	2
	Estructura Materia	Modelos y simulación de superficies e interfaces: La estructura de la doble capa eléctrica, Teoría de Gouy-Chapman	2
		Dinámica de aerosoles	2
		Dinámica y geometría en medios desordenados	1
	Física Multidisciplinar	Fundamentos físicos de la imagen médica	5
		Modelización de ecosistemas	1
		Pilas de combustible	2
		Total:	**19**

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Resonancia paramétrica en osciladores

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Fundamental	José Enrique ALVARELLOS BERMEJO

Asignaturas relacionadas:
Mecánica, Vibraciones y Ondas, Física del Estado Sólido...

OBJETIVOS:
Esta línea de trabajos propone realizar algún estudio detallado de la física del campo de la resonancia paramétrica en osciladores. Se llama resonancia a una respuesta grande de un sistema físico cuando es sometido a una perturbación externa (que puede ser pequeña). Un ejemplo sencillo es el de un oscilador no amortiguado y forzado, mientras que aquí nos vamos a centrar en la “resonancia paramétrica”, en la que la variación de un parámetro relevante en el sistema hace que el sistema entre en resonancia (un ejemplo bien conocido es el *Botafumeiro*, incensario de la catedral de Santiago de Compostela).

METODOLOGÍA:
La propuesta es que el estudiante desarrolle un informe, desde un enfoque científico, acerca de las características de la *Resonancia paramétrica en osciladores,* analizando con detalle el campo. El estudiante utilizará como punto de partida la bibliografía que aportan los tutores, ubicándola en las descripciones físicas de sistemas similares y realizando una presentación crítica de la misma, analizando y discutiendo algunos usos recientes de la resonancia paramétrica. Nótese que, en todo caso, el trabajo debe hacer especial hincapié en la visión que aporta dicha bibliografía básica, y explicar y discutir la misma.

BIBLIOGRAFÍA:
J. R. Sanmartín, *Am. J. Phys.* **52**, (1984) 937 1984. M. Moreno-Moreno *et al*, *Appl. Phys. Lett.* 88, 193108 (2006) J. P. van der Weele and E. J. Banning, *Am. J. Phys.* 69, 953 (2001) N. Paris and M. L. Broide, *Am. J. Phys.* 79, 1250 (2011) R. Chacón, Physical Review E 78, 066608 (2008) J. J. Garcia-Ripoll and V. M. Perez-Garcia, Phys. Rev. Lett 83, 1715, (1999) El estudiante aportará referencias recientes en las que se discuta y haga uso de la resonancia paramétrica en campos actuales de la Física, para poder analizarlas y ponerlas en contexto.

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Dinámica molecular como herramienta para resolver problemas de física

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Fundamental	Jaime Arturo de la Torre
Asignaturas relacionadas:	
Mecánica, Física Computacional II, Termodinámica, Mecánica Estadística	

OBJETIVOS:

En este trabajo se pretende que el estudiante se inicie en el desarrollo de soluciones a problemas físicos mediante el uso de herramientas de dinámica molecular. Al finalizar el trabajo, el estudiante será capaz de trabajar con distintos colectivos (NVE, NVT, NPT) y potenciales de interacción entre partículas (LJ, ZBL, Tersoff) para resolver problemas que involucren a muchas partículas.

METODOLOGÍA:

En este trabajo el estudiante desarrollará los conocimientos necesarios para poder implementar soluciones computacionales en dinámica molecular de procesos físicos de interés. Utilizando un paquete de simulación ya preparado será capaz de:

i) Definir regiones en el espacio donde se realizarán las simulaciones.

ii) Crear átomos con distintas estructuras cristalinas, fijando ligaduras entre ellos.

iii) Fijar un potencial de interacción entre átomos.

iv) Configurar un termostato de integración.

v) Realizar una simulación de un proceso físico.

vi) Extraer propiedades termodinámicas de la simulación realizada.

Requisitos: El estudiante debe conocer un lenguaje de programación de alto nivel y dominar el inglés.

Más información: http://bit.ly/2tkOR1b

BIBLIOGRAFÍA:

[1] B.J. Alder y T.E. Wainwright, Studies in Molecular Dynamics. I. General Method, JCP **31**(2) 459, 1959.
[2] D. Frenkel y B. Smit, *Understanding Molecular Simulation*, Elsevier, San Diego, 2002.

Grado en Física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Movimiento Browniano

DEPARTAMENTO:	PROFESOR/ES:
Física Fundamental	Pep Español

Asignaturas relacionadas:
Mecánica, Física Computacional, Termodinámica, Mecánica Estadística

OBJETIVOS:

Uno de los modelos fundamentales de la Física Estadística es el que describe el movimiento de una pequeña partícula suspendida en un líquido o gas. Este modelo es el más simple y básico que contiene los elementos esenciales de la descripción simplificada de un sistema con muchos grados de libertad. Su característica fundamental es que los grados de libertad del solvente se describen con fuerzas de fricción y aleatorias que representan las colisiones entre la partícula y el fluido.

METODOLOGÍA:

En este trabajo, después de una breve introducción teórica se propone implementar un código de dinámica Browniana, para la resolución de varios problemas sencillos.

BIBLIOGRAFÍA:

- M.P. Allen y D.J. Tildesley Computer Simulations of Liquids, (Oxford University Press, 1987)
- H.J.C. Berendsen Simulating the Physical World,(Cambridge University Press, 2007)

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Transiciones de fase. Fenómenos críticos.

DEPARTAMENTO:	PROFESOR/ES:
Física Fundamental	Javier de la Rubia Sánchez

Asignaturas relacionadas:
Termodinámica. Mecánica Estadística

OBJETIVOS:

El objetivo es que el estudiante se familiarice con la fenomenología de las transiciones de fase, conozca su clasificación y los métodos para describir las propiedades de la materia cerca de los puntos de transición de fase, en particular en las proximidades de los puntos críticos (fenómenos críticos).

METODOLOGÍA:

Se describirá brevemente la historia del estudio de los fenómenos críticos y se analizarán los conceptos de parámetro de orden y de exponente crítico, describiendo el significado de los diferentes exponentes y presentando las relaciones matemáticas entre ellos. Se estudiará con cierto detalle la teoría de Landau de las transiciones de fase y el modelo de Ising unidimensional, mencionando y comentando los resultados para el caso de dos dimensiones (solución de Onsager) y su comparación con las predicciones de las teorías de campo medio. Se describirán las ideas que subyacen en las leyes de escala y del grupo de renormalización.

BIBLIOGRAFÍA:

- H. E. Stanley, Introduction to Phase Transitions and Critical Phenomena (Oxford University Press, 1971)
- R. K. Pathria, Statistical Mechanics (Butterworth-Heinemann, 1996)
- H.E. Stanley. Scaling, universality and renormalization: Three pillars of modern critical phenomena. Reviews of Modern Physics, 71, S358 (1999).

Grado en física
Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Estudio de propiedades de trabajo de conversores de energías renovables.

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Fundamental	Julio Juan Fernández Sánchez

Asignaturas relacionadas:
Física Computacional I y II, Física Cuántica I y II, Física Estadística, Física del Estado Sólido

OBJETIVOS:
En esta línea el estudiante aprenderá algún método de cálculo de eficiencias de conversores de energía fotovoltaica y hará algunos cálculos de las eficiencias de las células usando algunos métodos sencillos. El objetivo es que el estudiante conozca la existencia de estos dispositivos y vea como se puede, mediante cálculos teóricos, contribuir al establecimiento de nuevas forma de producción de energía.

METODOLOGÍA:
El estudiante deberá: (i) leer algunos artículos de la bibliografía especializada del tema, hacer un resumen de los mismos y usar (o hacer si quiere) un pequeño programa de cálculo para poder calcular la eficiencia, la potencial de salida, la energía consumida y otras propiedades de conversores de energía tanto térmicos como fotovoltáicos. **Requisitos**: El alumno debe conocer un lenguaje de programación, saber inglés y además, es conveniente, que posea un buen conocimiento de matemáticas y de cálculo numérico al nivel impartido en el Grado. El estudiante debe haber cursado Física Estadística o al menos reconocer las estadísticas de Fermiones y Bosones.

BIBLIOGRAFÍA:
"Mecánica Estadística" de la colección "Cuadernos de la UNED". Autores J. J. Brey Ábalo, J. de la Rubia Pachecho, J. de la Rubia Sánchez. Colección Cuadernos de la UNED (2001) ISBN 978-84-362-4572-1. "Thermodynamics of Energy Conversion and transport" Stanislaw Sieniutycz and A. de Vos. Springer (2000) ISBN 978-1-4612-7079-9

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Trinquete de Feynman

DEPARTAMENTO:	PROFESOR/ES:
Física Fundamental	Pep Español

Asignaturas relacionadas:
Mecánica, Física Computacional, Termodinámica, Mecánica Estadística

OBJETIVOS:

En el capítulo 46 de sus famosas Lectures, Feynman presenta un modelo sencillo que en principio parece violar la Segunda Ley de la Termodinámica. Consiste en una rueda dentada con un tope, usualmente denominada rueda de trinquete, que permite el movimiento de un eje en una dirección pero no en la opuesta. Parecería que el mecanismo permite extraer energía térmica de un baño y obtener trabajo indefinidamente. Feynman analiza el dispositivo y concluye convincentemente que esto no es posible. Sin embargo, concluye erróneamente que la máquina tiene rendimiento de Carnot.

METODOLOGÍA:

El trabajo consiste en una elaboración bibliográfica de este punto, y con la realización de simulaciones por ordenador de modelos sencillos de la rueda del trinquete para obtener el rendimiento real de dicha máquina.
Requisitos: El alumno debe conocer un lenguaje de programación de alto nivel y dominar el inglés.

BIBLIOGRAFÍA:

- R.P. Feynman, R.B. Leighton, and M. Sands, The Feynman Lectures on Physics, vol. 1(Addison Wesley, Reading, Massachusetts, 1963), pp. 46.1-46.9.
- J.R. Parrondo, and P. Español, Am. J. Phys., 64, 1125 (1996).
- K. Sekimoto, J. Phys. Soc. Jpn. 66 (1997) pp. 1234-1237
- M. O. Magnasco and G. Stolovitzky, Journal of Statistical Physics, Vol. 93, Nos. 3/4, 1998

Grado en Física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Uso del hidrógeno como fuente de energía

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Fundamental	Eva María FERNÁNDEZ SÁNCHEZ

Nº de plazas:	**Asignaturas relacionadas:**
1	Dependiendo del enfoque elegido, desde las asignaturas relacionadas con la Termodinámica hasta la Física del Estado Sólido, así como la optativa Energía y Medio Ambiente.

OBJETIVOS:

En estos días en que la preocupación por cuidar el medio ambiente se está incrementando exponencialmente por sus efectos sobre la salud y la sostenibilidad del planeta, la búsqueda de nuevas fuentes de energía que sean respetuosas con el medio ambiente está siendo una prioridad.

Durante años, se ha planteado el uso del hidrógeno como una de las fuentes más innovadoras e interesantes por su escasa emisión de gases contaminantes (en el proceso global, siempre y cuando el hidrógeno se obtenga mediante energías limpias). Son numerosas las aplicaciones actuales del hidrógeno como fuente de energía, p. ej. en la industria aeroespacial, en dispositivos portátiles, en la industria del transporte, en la generación distribuida de energía... Sin embargo, no hay duda alguna de que aún quedan problemas por resolver para un uso extensivo del hidrógeno.

El objetivo de este trabajo es realizar un estudio, desde un enfoque científico, sobre los retos y posibles aplicaciones del uso del hidrógeno como fuente de energía. Según las preferencias del estudiante, el trabajo puede extenderse para incluir desarrollos, mediante modelos o simulaciones que calculen propiedades o parámetros de interés, o incluso el estudio de materiales para aplicaciones del hidrógeno.

METODOLOGÍA:

El estudiante deberá presentar un informe detallado en el que se dé razón de los principales problemas a los que se enfrenta actualmente el uso del hidrógeno como fuente de energía, así como hacer una exposición de la aportación que supone la propuesta del TFG.
En un principio, el estudiante utilizará como punto de partida la bibliografía que aporta la tutora.

BIBLIOGRAFÍA:

T. N. Veziroglu and S. Sahın Energy Conversion and Management 49 1820 (2008).

K. Mazloomi and C. Gomes Renewable and Sustainable Energy Reviews 16 3024 (2012).

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Problemas, avances y paradojas en mecánica cuántica

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Fundamental Física Interdisciplinar	Javier Rodríguez Laguna. José Enrique Alvarellos Bermejo. Carlos Fernández González

Asignaturas relacionadas:
Física Cuántica I, Física Cuántica II (3º curso) y Mecánica Cuántica (optativa de 4º curso, matriculación recomendada).

OBJETIVOS:
La distancia entre el mundo subatómico y los fenómenos de la vida cotidiana hace que algunos resultados de la mecánica cuántica parezcan contra-intuitivos cuando se contrastan con ideas adquiridas sobre la base de la experiencia del mundo macroscópico. También la cuántica abre la puerta a una gran cantidad de aplicaciones, algunas en campos tan atractivos y actuales como la computación o las comunicaciones. En esta línea de trabajo se estudiarán algunos ejemplos de tales problemas y paradojas.

METODOLOGÍA:
Partiendo de una pequeña bibliografía que se suministrará inicialmente, el estudiante tendrá que explicar detalladamente el origen y la esencia de los problemas planteados y seguir su desarrollo. Ello requiere una búsqueda bibliográfica más completa y un buen dominio del formalismo en que se expresa la mecánica cuántica. Se requiere un buen dominio del inglés, al menos al nivel de lectura. Algunos de los temas llevan implícitos destrezas de programación, así como realizar cálculos originales.

BIBLIOGRAFÍA:
La bibliografía concreta que se suministre inicialmente al estudiante dependerá del tema específico del TFG que finalmente se oferte dentro de esta línea de trabajos. A guisa de ejemplo, podrían citarse A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen, Physical Review 47, 777-780, (1935). M. Nielsen, I. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information (2000).

Grado en Física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:	
Comportamiento dinámico de fluidos viscosos	
DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Fundamental	Emilia Crespo del Arco
Asignaturas relacionadas:	
Física Computacional II, Física de Fluidos, Métodos Matemáticos III.	

OBJETIVOS:

La ecuación de Burgers fue propuesta como un modelo de flujo turbulento por J. M. Burgers en una serie de varios artículos. Tiene relevancia por ser una simplificación de las ecuaciones de Navier-Stokes y también como prototipo de ecuación en derivadas parciales. Aparece además en varios casos, por ejemplo en el estudio de formación de estructuras espaciales, en el contexto de modulaciones de ondas espaciales periódicas, en fenómenos de dinámica de gases y otros. Los objetivos son:

Estudiar las propiedades de la ecuación de Burgers, su relación con la turbulencia y también con otros fenómenos.

Resolver la ecuación de Burgers en un caso simple, obtener las soluciones e interpretarlas.

METODOLOGÍA:

Al alumno se le facilitarán algunos artículos introductorios cuya lectura le proporcionará las ideas básicas sobre el fenómeno objeto del trabajo, la turbulencia y la utilización de modelos matemáticos. A partir de ellos, el alumno tendrá que profundizar, tanto desde el punto de vista teórico como numérico, exponer la relación entre la turbulencia y la ecuación de Burgers así como algunos otros casos y estudiar las soluciones de la ecuación de Burgers en algún caso simple mediante un método numérico.

BIBLIOGRAFÍA:

El estudiante debe realizar una búsqueda bibliográfica en Internet sobre la ecuación de Burgers en la turbulencia y en otros fenómenos. Hay abundante información de nivel divulgativo y especializado sobre el tema. A continuación incluimos la bibliografía básica que sirve como punto de partida

- Burgers, J. M. (1948). **A** mathematical model illustrating the theory of turbulence. In Advances in Applied Mechanics, pages 171-199. Academic Press Inc., New York, N. Y. edited by Richard von Mises and Theodore von Kármán,
- Falkovich G. and Sreenivasan K. R. "*Lessons from Hydrodynamic Turbulence*" Phys. Today Abril 2006
- Alejandro L. Garcia, *Numerical Methods for Physics* (CreateSpace Independent Publishing, 2015) ISBN 1-51-413668-6

Orszag, D. and Gottlieb S. :*NUMERICAL ANALYSIS OF SPECTRAL METHODS: theory and Applications* Society for Industrial and Applied Mathematics; 2nd Printing 1981 edition (1977)

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Simulación de fluidos complejos

DEPARTAMENTO:	PROFESOR/ES:
Física Fundamental	Adolfo Vázquez Quesada

Asignaturas relacionadas:
Física de fluidos, Métodos numéricos, Termodinámica, Mecánica Estadística

OBJETIVOS:

Los fluidos complejos son importantes en muchos ámbitos de gran interés, pues aparecen en procesos industriales y biológicos de todo tipo. En los fluidos complejos se observan fenómenos a diferentes escalas temporales cuyo origen fundamental está en su estructura microscoscópica, ya sean partículas, polímeros u otras entidades que alteren la viscosidad o la elasticidad del sistema. La caracterización de los fluidos complejos es un área muy amplia, debido a la gran cantidad de mecanismos diferentes que pueden generar la riqueza de comportamientos observada en ellos. Los modelos y las simulaciones han sido muy útiles para entender muchos de los procesos físicos básicos detrás del comportamiento de este tipo de fluidos.

El objetivo es que el estudiante desarrolle una visión clara de las propuestas numéricas y teóricas más relevantes en este área y que desarrolle un trabajo sobre fluidos complejos.

METODOLOGÍA:

Se introducirá al estudiante en el campo de los fluidos complejos mediante interacción directa con el profesor y/o bibliografía. Tras esto, el alumno realizará un proyecto de simulación o teórico en este campo, preferentemente de suspensiones o fluidos viscoelásticos (aunque no necesariamente).

BIBLIOGRAFÍA:

1.- Gelbart, W. M., & Ben-Shaul, A. (1996). The “new” science of “complex fluids”. The Journal of Physical Chemistry, 100(31), 13169-13189.

2.- Bolintineanu, D. S., Grest, G. S., Lechman, J. B., Pierce, F., Plimpton, S. J., & Schunk, P. R. (2014). Particle dynamics modeling methods for colloid suspensions. *Computational Particle Mechanics*, *1*(3), 321-356.

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Aplicaciones prácticas del movimiento browniano: Técnicas microreológicas.

DEPARTAMENTO:	PROFESOR/ES:
Física Fundamental	Miguel Ángel Rubio Álvarez

Asignaturas relacionadas:
Mecánica, Termodinámica, Mecánica Estadística, Técnicas Experimentales

OBJETIVOS:

Las partículas brownianas están siendo utilizadas cada vez con más frecuencia como sondas para la medida de propiedades mecánicas de fluidos en situaciones en que se dispone de muy poco volumen de muestra y el fluido soporte tiene baja viscosidad (fluidos confinados, fluidos biológicos, líquidos iónicos, etc.). La mayor parte de estas técnicas, denominadas de microreología, se basan en la aplicación de la relación de Stokes-Einstein generalizada, que relaciona el movimiento de una partícula browniana con las propiedades mecánicas del fluido soporte.

El objetivo es que el estudiante se familiarice con las ventajas y limitaciones de estas técnicas en su aplicación, por ejemplo, a problemas de fluidos confinados por interfases fluido-fluido o fluido-sólido.

METODOLOGÍA:

Se proporcionarán al estudiante elementos bibliográficos fundacionales cuya lectura le permitirá comprender las ideas básicas en el campo de trabajo. A continuación, realizará una revisión bibliográfica de los últimos desarrollos en relación con alguna técnica microreológica específica (pinzas ópticas activas, *particle tracking*, etc.). En caso de que el estudiante disponga de medios informáticos adecuados (o posibilidad de conexión a servidores de cálculo) se le proporcionarán datos experimentales reales para que se familiarice con las técnicas de análisis y los modelos teóricos básicos. En caso de disponibilidad de tiempo y proximidad geográfica del estudiante se favorecerá la participación del estudiante en el proceso de realización de medidas reales en el laboratorio de investigación.

BIBLIOGRAFÍA:

1.- T.G. Mason, Rheologica Acta, 39 (2000) 371-378.

2.- T.A. Waigh, Reports on Progress in Physics, 68 (2005) 685-742.

2.- R.R. Brau, Journal of Optics A: Pure and Applied Optics, 9 (2007) 103-8112.

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Redes Neuronales

DEPARTAMENTO:	PROFESOR/ES:
Física Fundamental	Elka Radoslavova Koroutcheva

Asignaturas relacionadas:
Mecánica Estadística

OBJETIVOS:

Basándose en los recientes avances del campo de la física estadística y de la neurociencia, el objetivo del trabajo es modelar distintos problemas de actualidad, relacionados con las redes neuronales, y comparar los resultados teóricos y numéricos con datos reales.

METODOLOGÍA:

La docencia se impartirá a través de un curso virtual dentro de la plataforma educativa de la UNED y con el apoyo continuo por parte del tutor.

BIBLIOGRAFÍA:

- B. Müller, J. Reinhardt and M. Strickland, Neural Networks: An Introduction, (Springer 1995).
- D. Amit, Modelling Brain Functions, (Cambridge, 1989).
- J. Hertz, A. Krogh and R. Palmer, Introduction to the Theory of Neural Computation, (Addison-Wesley, 1991).
- H. Nishimori, Statistical Physics of Spin Glasses and Information Processing: An Introduction (International Series of Monographs on Physics), (Oxford, 2001).

Grado en Física
Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Ciencia y Análisis de Datos: Big Data

DEPARTAMENTO:	PROFESOR/ES:
Física Fundamental	David García Aldea

Nº de plazas:	Asignaturas relacionadas:
2	**Física Computacional I y II (para el tratamiento numérico)** Física Cuántica I, Física Cuántica II, Física del Estado Sólido. Cualquier asignatura del grado puede estar relacionada dependiendo del problema a estudiar.

OBJETIVOS:

El estudiante ha de alcanzar una compresión y manejo de algunas de las técnicas habituales en Ciencia y Análisis de Datos y estudiar con ellas un problema de interés.

En los últimos años se han desarrollado una serie de técnicas de análisis, clasificación y visualización de datos que han tenido un fuerte impacto en el tratamiento de la información. Estas técnicas han sido aplicadas a múltiples disciplinas desde el análisis de datos en negocios, banca o redes sociales, con propósito de lucro, hasta el análisis de datos científicos en disciplinas como la física (por ejemplo: sociofísica, física estadística, etc), la biología, la medicina, las ciencias ambientales…

El propósito de esta línea de trabajo de fin de grado se centra primordialmente en el uso de estas nuevas técnicas sobre un conjunto de datos, de los muchos de acceso libre actualmente disponibles, con el ánimo de obtener información científica sobre un determinado sistema. Así el objeto de estudio puede ser muy variable y lo que fija esta línea es la metodología a utilizar, que serán las nuevas técnicas habituales en “Ciencia y Analisis de Datos”, como: estadística descriptiva, inferencia estadística, árboles de decisión y clasificación, clusterización por medias, aprendizaje automático, redes neuronales y un largo etcétera.

El estudiante que tenga como intención trabajar en esta línea es conveniente que se ponga previamente en contacto con el responsable con la intención de, si es posible, fijar el tema concreto de estudio, las posibles fuentes de datos, las técnicas concretas a utilizar, etc.

En esta línea es requisito la programación en alguno de los lenguajes habituales en ciencia de datos (usualmente Python o R) y el estudio -durante la realización del trabajo- de las técnicas que se pretendan utilizar. Estos conocimientos, si no se dispone ya de ellos, deben ser adquiridos durante la realización del trabajo. El tutor proveerá fuentes adecuadas para ello.

METODOLOGÍA:

1. Primero el estudiante deberá comprender los rudimentos de la Ciencia y Análisis de Datos y sus aplicaciones a diferentes conjuntos de datos para resolver gran variedad de problemas.
2. Mediante la realización de tutoriales el estudiante deberá adquirir soltura en el uso de ciertas técnicas, por ejemplo: estadística descriptiva, inferencia estadística, árboles de decisión y clasificación, clusterización por medias, aprendizaje automático, redes neuronales…
3. Se deberá escoger un determinado problema de interés para estudiar y se deberán conseguir conjuntos de datos de utilidad para dicho problema.
4. Se aplicarán las técnicas aprendidas a la resolución del problema mediante los diferentes conjuntos de datos.
5. Se elaborará una memoria en la que figurará una introducción al problema y descripción de los conjuntos de datos utilizados, los resultados obtenidos mediante las distintas técnicas y el análisis y las conclusiones que se pueden obtener.

BIBLIOGRAFÍA:

• EMC Education Services (Editor). Data Science and Big Data Analytics: Discovering, Analyzing, Visualizing and Presenting Data 1st Edition. Wiley (2017).
https://miriadax.net/web/introduccion-al-machine-learning-7-edicion-/inicio
• Data Science from Scratch: First Principles with Python 1st Edition. O'Reilly Media (2015).
• Field Cady. The Data Science Handbook. Wiley (2017).
• Alberto Boschetti, Luca Massaron. Python Data Science Essentials - Learn the fundamentals of Data Science with Python. Packt Publishing (2015).

Grado en física
Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Piezoelectricidad y energy harvesting

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Interdisciplinar	Mª del Mar Montoya Lirola, Manuel Pancorbo Castro

Asignaturas relacionadas:
Electromagnetismo I y II, Física Computacional I y II

OBJETIVOS:
El objetivo de este trabajo es el estudio en profundidad del fenómeno de la piezoelectricidad y de las posibles aplicaciones a los sistemas de recolección de energía (energy harvesting). Los sistemas de energy harvesting son sistemas encargados de la recuperación y el aprovechamiento de los diferentes tipos de energía que se encuentran en el ambiente y normalmente se desperdician. Se encargan de trasformar esta energía (solar, térmica, eólica, el ruido, la energía en forma de vibraciones, etc.) en energía eléctrica para su aprovechamiento.

METODOLOGÍA:
- Realización de una unidad didáctica que aborde el fenómeno de la piezoelectricidad. - Estudio de un sistema de “energy harvesting” para recolectar energía mecánica de actividades de la vida cotidiana (ciclismo, patinetes, running, etc) que involucran vibraciones irregulares.

BIBLIOGRAFÍA:
• [1] Jiashi Yang, “an Introduction to the Theory of Piezoelectricity”, Springer 2018. • [2] A. Erturk y D. J. Inman, Piezoelectric Energy Harvesting. John Wiley & Sons, 2011. • [3] Heung Soo Kim, Joo-Hyong Kim and Jaehwan Kim, “A Review of Piezoelectric Energy Harvesting Based on Vibration.”

Grado en física
Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Óptica Avanzada: aplicaciones

DEPARTAMENTO:	PROFESOR/ES:
Física Interdisciplinar.	Pablo Domínguez García

Asignaturas relacionadas:
Óptica Avanzada, Óptica II, Óptica I, Tércnicas Experimentales, Reading on Physics

OBJETIVOS:

Este trabajo consistirá en la descripción de alguno de los muchos fenómenos o aplicaciones que aparecen en Óptica avanzada, en relación con la Óptica de Fourier, de forma bibliográfica o través de ejemplos prácticos (o de ambas maneras). Se propondrá al estudiante el desarrollo, explicación y resumen de los fundamentos básicos de la Óptica de Fourier [1] y la aplicación de estos conocimientos al fenómeno de la Holografía [1,2] y sus variadas aplicaciones prácticas [3]. Para ello es más que recomendable que haya cursado o esté cursando la asignatura optativa de cuarto curso «Óptica Avanzada».

METODOLOGÍA:

En principio, el trabajo es de carácter bibliográfico y téorico, no siendo necesaria la realización de problemas, análisis de datos, o aplicaciones informáticas., salvo que alguno de esos desarrollos sea coherente con el desarrollo del trabajo. Es **muy recomendable, prácticamente imprescindible,** que el estudiante haya preparado la asignatura optativa del cuarto curso «Óptica Avanzada». En esa asignatura se propone un trabajo monográfico acerca de Holografía que el estudiante puede continuar de cara a realizar este Trabajo Fin de Grado. El estudiante debe tener el nivel necesario en inglés escrito para buscar y leer bibliografía. Además, el estudiante matriculado en esta línea debe tener en cuenta que se le proporcionará un documento de instrucciones sobre el trabajo que incluirá una serie de plazos para realizar entregas parciales a lo largo del curso.

BIBLIOGRAFÍA:

[1] Goodman, J.W. Introducción a la Óptica de Fourier.

[2] Calvo Padilla, M.L (coor.). Óptica Avanzada (2002)

[3] Hariharan, P. Optical holography: Principles, techniques, and applications (1996)

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Problemas, avances y paradojas en mecánica cuántica

DEPARTAMENTOS:	PROFESOR/ES:
Física Interdisciplinar	Carlos Fernández González

Asignaturas relacionadas:
Física Cuántica I, Física Cuántica II y Mecánica Cuántica (Optativa 4º curso, matriculación obligatoria)

OBJETIVOS:

La distancia entre el mundo subatómico y los fenómenos de la vida cotidiana hace que algunos resultados de la mecánica cuántica parezcan poco intuitivos cuando se contrastan con ideas adquiridas sobre la base de la experiencia del mundo macroscópico. También la cuántica abre la puerta a una gran cantidad de aplicaciones, entre ellas algunas en campos como la computación o las comunicaciones. En esta línea de trabajo se podrá profundizar en las aparentes contradicciones que surgen de la mecánica cuántica y/o estudiar algunas de sus aplicaciones tecnológicas.

METODOLOGÍA:

Partiendo de una pequeña bibliografía que se suministrará inicialmente al alumno, este tendrá que explicar detalladamente el origen y la esencia de los problemas planteados y seguir su desarrollo. Ello requiere una búsqueda bibliográfica más completa y un buen dominio del formalismo en que se expresa la mecánica cuántica. (También se requiere, por supuesto, un buen dominio del inglés, al menos al nivel de lectura). Algunos de los temas llevan implícitos destrezas de programación y realizar cálculos originales.

BIBLIOGRAFÍA (a completar según el trabajo):

A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen, Physical Review 47, 777-780, (1935).

M. Nielsen, I. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information (2000).

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Problema de convección-difusión en la liberación de fármacos en el seno de un fluido

DEPARTAMENTO:	PROFESOR/ES:
Física Interdisciplinar	Javier Tajuelo

Asignaturas relacionadas:
Física Computacional I, Física Computacional II y Física de Fluidos.

OBJETIVOS:
El trabajo consiste en modelar la concentración de fármaco en un sistema tal que dicho fármaco es liberado desde una fuente (un implante, una cápsula, etc…) en el seno de un fluido con un campo de velocidades conocido. El estudiante deberá plantear la ecuación de convección-difusión así como un modelo para su resolución numérica por diferentes métodos.

METODOLOGÍA:
Se planteará la ecuación de convección-difusión con las condiciones de contorno adecuadas para el problema. Planteamiento del esquema numérico y estudio de su convergencia. Obtención del flujo de fármaco y su concentración en el espacio. Requerimiento de medios técnicos: El estudiante deberá contar con un ordenador y conocimientos de cualquier tipo de software para implementar métodos numéricos (Matlab, Mathematica, Maple, Octave, Python, etc…).

BIBLIOGRAFÍA:
F. Sanjaya, S. Mungkasi, A simple but accurate explicit finite difference method for the advection-diffusion equation, International Conference on Science and Applied Science: Conf. Series 909, 012038 (2017). V. S. Aswin, A. Awasthi, C. Anu, A comparative study of numerical schemes for convection-diffusion equation, Procedia Engineering 127, 621-627 (2015). A. Shukla, A. K. Singh, P. Singh, A comparative study of finite volume method and finite difference method for convection-diffusion problem, American Journal of Computational and Applied Mathematics, 1(2), 67-73 (2011). D. K. Salkuyeh, On the finite difference approximation to the convection-diffusion equation, Applied Mathematics and Computation 179(1), 79-86 (2006).

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Simulación de fluidos magneto-reológicos

DEPARTAMENTO:	PROFESOR/ES:
Física Interdisciplinar	Javier Tajuelo

Asignaturas relacionadas:
Física Computacional I, Física Computacional II, Electromagnetismo II y Física de Fluidos.

OBJETIVOS:

Los fluidos magneto-reológicos están generalmente formados por una disolución de partículas magnéticas en un determinado fluido, tal que la aplicación de un campo magnético a dicha disolución modifica sus propiedades mecánicas. Este tipo de materiales son de especial utilidad para todas aquellas aplicaciones en las que interese controlar y modificar la viscoelasticidad de un fluido, como por ejemplo sistemas hidráulicos industriales. El estudiante recibirá una serie de programas de simulación en 3D ya elaborados que permiten analizar las estructuras que forman las partículas cuando el sistema se somete a i) un campo magnético externo, y ii) un flujo determinado. Una vez analizado el material provisto por el tutor, el estudiante deberá ampliarlo para incluir efectos hidrodinámicos partícula-partícula. Posteriormente, se estudiará tanto la geometría de las estructuras formadas por las partículas como la respuesta mecánica de la disolución cuando el sistema está en el seno de distintos tipos de campos magnéticos (constante, rotatorio, oscilante, etc…) y sometido a distintos tipos de flujos de cizalla (velocidad constante, flujo oscilatorio, etc…).

METODOLOGÍA:

Se ejecutarán simulaciones 3D con condiciones de contorno periódicas o paredes duras. Las variables que se controlarán son: tamaño de la caja de simulación, concentración de partículas magnéticas, tipo e intensidad de campo magnético (estático y dinámico), tipo de flujo de cizalla. Los observables que se analizarán a partir de las simulaciones son: número y características geométricas de los clusters de partículas formados, límite elástico de la disolución.

Requerimiento de medios técnicos: El estudiante deberá contar con un ordenador para ejecutar las simulaciones.

BIBLIOGRAFÍA:

F. Donado, J. M. Sausedo-Solorio, R. E. Moctezuma, Dynamical and structural properties of a granular model for a magnetorheological fluid, Phys. Rev. E 95, 022601 (2017).
J. E. Martin, A. Snezhko, Driving self-assembly and emergent dynamics in colloidal suspensions by time-dependent magnetic fields, Rep. Prog. Phys. 76, 126601 (2013).
R. E. Moctezuma, F. Donado, J. L. Arauz-Lara, Lateral aggregation induced by magnetic perturbations in a magnetorheological fluid based on non-Brownian particles, Phys. Rev. E 88, 032305 (2013).
S. Melle, O. G. Calderón, G. G. Fuller, M. A. Rubio, Polarizable particle aggregation under rotating magnetic fields using scattering dichroism, J. Col. Int. Sci. 247, 200-209 (2002).

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Simulación de estructuras y propiedades en materiales

DEPARTAMENTO:	PROFESOR/ES:
Física Interdisciplinar	Óscar Gálvez González

Asignaturas relacionadas:
Física del Estado Sólido, Física Computacional, Física Cuántica

OBJETIVOS:

El objetivo es que el alumno se familiarice con los métodos y técnicas computacionales empleadas en la simulación de materiales sólidos, principalmente en sistemas cristalinos. Se plantean dos posibles temas de trabajo:

1. Absorciones de moléculas de agua sobre grafeno
2. Estructuras de monocapas de moléculas lipídicas

En estos trabajos hay una parte común donde deberán primeramente conocer los principios físicos de los métodos empleados, y un aprendizaje del programa de simulación utilizado basado en estudios de algún problema simple. Finalizada esa fase, se realizará un trabajo más específico y profundo en el tema elegido.

METODOLOGÍA:

Se hará uso de programas de cálculo *ab initio* de modelización de sólidos. El principal programa de trabajo será SIESTA (http://departments.icmab.es/leem/siesta/) Este programa, que es gratuito a nivel académico, y hace uso de la teoría de funcionales de la densidad (DFT) para la realización de cálculos de la estructura electrónica del sistema, así como simulaciones de dinámica molecular.

El empleo de este programa requiere conocimientos de Linux, conexión e interfaces de ordenadores remotos, y aprendizaje de diferentes programas de representación de moléculas/cristales, y es valorable conocimientos de programación. Se requiere también el dominio del inglés.

BIBLIOGRAFÍA:

- T. Ziegler. Chem. Rev. 1991, 91, 651-667.
- M.C. Payne, M.P. Teter, D.C. Allan, T.A. Arias, J.D. Joannopoulos, Rev. Mod. Phys., 64, 1045 (1992).
- J. M. Soler, E. Artacho,J. D. Gale, A. García, J. Junquera, P. Ordejón, and D. Sánchez-Portal, J. Phys.: Condens. Matt. 14, 2745-2779 (2002).

Grado en física
Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Modelo de Atmósfera Estelar

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Interdiciplinar	Amalia Williart Torres

Asignaturas relacionadas:
Astrofísica General

OBJETIVOS:

- Modelado de las propiedades físicas (temperatura, densidad,…) en cada punto de las capas externas de una estrella que son las que emiten la radiación observada, partiendo de datos conocidos de la atmósfera (composición química, gravedad y temperatura efectiva).

METODOLOGÍA:

- Planteamiento de ecuaciones fundamentales de la estructura de la atmósfera partiendo de hipótesis teóricas.
- Resolución numérica de dichas ecuaciones, partiendo de datos conocidos. Obtención de una tabla de valores numéricos de variables físicas (temperatura, presión, densidad…).
- Cálculo del flujo teórico que emitiría la estrella con las variables físicas obtenidas anteriormente. Comparación con el flujo de un cuerpo negro de la misma temperatura.

BIBLIOGRAFÍA:

- The New Cosmos. A. Ünsold & B. Baschek (5th edition). Springer
- Stellar Atmospheres. D. Mihalas (2nd edition). W.H. Freeman and Co.

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Modelos climáticos y oceanográficos simples

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Interdisciplinar	Víctor Fairén Le Lay

Asignaturas relacionadas:
Métodos Matemáticos I y II (parte EDO), Meteorología y Climatología, Física Computacional I y II, Sistemas Dinámicos.

OBJETIVOS:
Estudiar modelos simples de interés climático (de balance de energía, tipo Budyko-Sellers-Ghil, o de autoregulación tipo DaisyWorld), o modelos oceanográficos simples (tipo Stommel Box Models, etc.)

METODOLOGÍA:
Simulación de modelos vía ordenador.

BIBLIOGRAFÍA:
La científica al uso, en forma de artículos de investigación.

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Modelos de reacción-difusión-advección y creación de estructuras de Turing

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Interdisciplinar	Víctor Fairén Le Lay

Asignaturas relacionadas:
Biología, Química, Física Computacional, Métodos Matemáticos III, Sistemas Dinámicos

OBJETIVOS:
Acometer el estudio de modelos simples del tipo reacción-difusión que dan lugar a la formación de estructuras espaciales (llamadas de Turing). Estos modelos son de carácter transversal y se aplican a multitud de sistemas, tanto en el ámbito de la Física como fuera de ella.

METODOLOGÍA:
Simulación de modelos vía ordenador.

BIBLIOGRAFÍA:
La científica al uso, en forma de artículos de investigación.

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Construcción y caracterización de un detector Geiger controlado con Arduino

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Interdisciplinar	Mª del Mar Montoya Lirola Amalia Williart Torres

Asignaturas relacionadas:
Teoría de Circuitos y Electrónica; Física Nuclear y de Partículas

OBJETIVOS:

El objetivo de este trabajo es la construcción y caracterización de un contador Geiger a partir de un tubo Geiger de pequeñas dimensiones y su control con Arduino. Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar.

METODOLOGÍA:

- Diseño y construcción del circuito electrónico. Este circuito tiene dos partes, el circuito de alta tensión que proporciona el voltaje necesario (250-400 V) para alimentar el tubo Geiger, y el circuito de señal que recoge los pulsos generados en el tubo y son enviados al microcontrolador de Arduino.
- Desarrollo de un programa con Arduino que permita recolectar los pulsos (mediante el encendido de un led o un piezo), contarlos y medir la actividad de una muestra radiactiva.
- Caracterización del tubo Geiger.
    - Determinación de la curva característica. Obtención de la tensión de trabajo.
    - Obtención del tiempo de resolución y determinación de la eficiencia del contador con muestras calibradas.

BIBLIOGRAFÍA:

- Robert W. Erickson, Dragan Maksimovic, Fundamentals of Power Electronics, Springer Science & Business Media, 2001
- https://www.arduino.cc/
- Glenn F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, John Wiley & sons, 1989.

Grado en física
Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Técnicas experimentales y de simulación aplicadas a la espectroscopía infrarroja de materiales a bajas temperaturas.

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Interdisciplinar	Mikel Sanz Monasterio, Javier Tajuelo y Óscar Gálvez González

Asignaturas relacionadas:
Técnicas Experimentales, Física del Estado Sólido, Óptica

OBJETIVOS:

El objetivo es que el alumno se familiarice con la espectroscopía infrarroja, tanto a nivel experimental como en la utilización de métodos y técnicas computacionales empleadas en la simulación de espectros. Es importante recalcar que se trata de un tema que en buena parte requiere un **trabajo experimental en el laboratorio de Las Rozas**, por lo que el alumno debe poder desplazarse al laboratorio. Se plantean tres posibles temas de trabajo:

1. Obtención de espectros infrarrojos a distintas temperaturas para materiales de interés en Astrofísica.

2. Desarrollo de un sensor por medio de un programa controlado por Arduino para calcular el espesor del depósito que se va a caracterizar por espectroscopía infrarroja a partir de las interferencias producidas al iluminarlo con un láser.

3. Desarrollo de un programa para calcular el espesor de capas finas transparentes a partir de los espectros infrarrojos experimentales y las constantes ópticas de los materiales.

En estos trabajos hay una parte común donde deberán primeramente conocer los principios físicos de la espectroscopía infrarroja y el interés de los sistemas que se medirán en el laboratorio. Finalizada esa fase, se realizará un trabajo más específico y profundo en el tema elegido.

METODOLOGÍA:

Este trabajo permitirá adquirir los conocimientos y destrezas necesarias en el laboratorio para el empleo de dichas técnicas experimentales, así como el manejo de programas de simulación y control

de sistemas Arduino.

Además, los alumnos deben aprender a redactar y exponer un trabajo, así como a manejar la información de diversas fuentes bibliográficas.

BIBLIOGRAFÍA:

Óptica, de E. HECHT. Editorial: Pearson Education, S.A. ISBN: 978-84-9035-492-6. ISBN e-Book: 978-84-9035-493-3.

Rubinson K.A., Rubinson J.F., “Análisis Instrumental”, Ed. Pearson Educación, 2000.

Nakamoto K., “Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds”, Ed. John Wiley & Sons, New York, 1997.

Masterson C.M., Khanna R.K., “Absorption intensities and complex refractive indices of crystalline HCN, HC3N, and C4N2 in the infrared region”, Icarus 83, 1990, 83-92.

Grado en Física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Línea: Simulaciones visuales e interactivas de experimentos de Física

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Interdisciplinar.	Juan Pedro Sánchez Fernández, Pablo Domínguez García.

Asignaturas relacionadas:
Asignaturas del grado de Física, especialmente Técnicas Experimentales y Física Computacional.

OBJETIVOS:
Se realizará la implementación de un sistema físico orientado a práctica para un laboratorio de Física. Se pretende que el estudiante demuestre los conocimientos adquiridos en el Grado de Física y amplíe los mismos si es necesario según el sistema físico a estudiar. El estudiante debe modelar el sistema objeto de estudio y llegar a conclusiones básicas sobre el mismo a través de una simulación por ordenador. Una vez estudiado el problema y resuelta la simulación, diseñará una práctica de laboratorio para mostrar el fenómeno a través de un experimento virtual.

METODOLOGÍA:
Se realizará un estudio teórico y biliográfico de un sistema físico que puede implementar con un sistema de software de simulaciones tal como **Easy Java/Javascript Simulations** (EjsS) [1]. La simulación se enfocará como práctica virtual para estudiantes del grado de Física. Es recomendable tener conocimientos de programación, así como disponibilidad para aprender los fundamentos básicos de lenguajes de programación que puedan usarse en el desarrollo de las simulaciones, tales como Java [2] o Javascript [3], que son los empleados en EjsS.

BIBLIOGRAFÍA:
[1] Easy Java/Javascript Simulations: https://www.um.es/fem/EjsWiki/
[2] Barnes, D., Kölling, M. Programación orientada a objetos con Java usando BlueJ.
[3] Paul Wilton, Jeremy McPeak. Beginning JavaScript.

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Línea: Microfluídica

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Interdisciplinar	Pablo Domínguez García

Asignaturas relacionadas:
Técnicas Experimentales, Física Computacional, Física de Fluidos. Termodinámica, Reading on Physics

OBJETIVOS:
La tecnologóa *Lab On a Chip* necesita avances en microfluídica para la manipulación de pequeñas cantidades de fluidos (gotas), con volúmenes entre los mililitros y los nanolitros. Uno de los principales problemas para mover microgotas de un lugar a otro es la superficie sobre la que se encuentran las mismas. Es decir, el mojado de las gotas en la superficie [1,2,3], característico de la estructura de esa superficie. En este trabajo, el estudiante debe resumir las principales novedades de este campo y aplique de forma práctica los conocimientos adquiridos al cálculo de ángulos de contacto de microgotas en reposo sobre superficies [4, 5].

METODOLOGÍA:
Se emplearán imágenes de microgotas de agua sobre superficies de nanotubos de carbono sobre las cuales habrá que calcular los ángulos de contacto usando los diferentes métodos presentes en la literatura o en aplicaciones informáticas ya desarrolladas y de libre distribución. Se empleará el programa ImageJ [6] y los plugins necesarios al respecto. Antes, el estudiante debe hacer un resumen bibliográfico acerca de los temas de microfluídica necesarios. El estudiante debe tener el nivel necesario en inglés escrito para buscar y leer bibliografía y se recomienda tener conocimientos de programación. El estudiante matriculado en esta línea debe tener en cuenta que se le proporcionará un documento de instrucciones sobre el trabajo que incluirá una serie de plazos para realizar entregas parciales a lo largo del curso.

BIBLIOGRAFÍA:
[1] N. A. Patankar. Langmuir, 19:1249–1253, 2003. [2] R. Li, et al. Adhesion of liquid droplets to rough surfaces. Phys. Rev. E, 82:041608, 2010. [3] Q. Zheng et al. Small is beautiful, and dry. ArXiv:1002.0882v1, 2010. [4] Mauro Bortolotti et al. Journal of Colloid and Interface Science, 336 (2009) 285–297 [5] Drop Shape Analysis: http://bigwww.epfl.ch/demo/dropanalysis/ [6] ImageJ http://rsbweb.nih.gov/i

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Análisis de dinámica no lineal por medio del desarrollo de Karhunen-Loeve (Proper Orthogonal Decomposition, Principal Component Analysis)

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Matemática y de Fluidos	Manuel Arias Zugasti

Asignaturas relacionadas:
Métodos Matemáticos, Física Matemática, Física de Fluidos

OBJETIVOS:
Revisión bibliográfica del método de Proper Orthogonal Composition y sus aplicaciones. Construcción de bases empíricas para cálculo numérico a partir de conjuntos de datos. Empleo de dichas bases para análisis numérico basado en el desarrollo de Karhunen Loeve, incluyendo detección de estructuras y simulación numérica de sistemas no lineales.

METODOLOGÍA:
Los estudiantes interesados en este trabajo realizarán una breve revisión bibliográfica sobre el fundamento teórico del desarrollo de Karhunen Loeve y sus aplicaciones. A continuación se les proporcionará un conjunto de datos correspondientes a un determinado sistema concreto, a partir de los cuales construirán la correspondiente base empírica, aplicando las técnicas aprendidas en la primera parte del curso. Posteriormente, emplearán dicha base para el análisis numérico del sistema en consideración. Dependiendo de las preferencias de los estudiantes, dicho estudio se centrará o bien en la detección de estructuras coherentes o bien en la simulación numérica de la dinámica de sistemas no lineales. El trabajo propuesto tiene por tanto una breve parte de revisión bibliográfica/teórica, y una parte principal de cálculo numérico.

BIBLIOGRAFÍA:
Boyd JP: Chebyshev and Fourier Spectral Methods, Dover 2000 Holmes P, Lumley JL, Berkooz G: Turbulence, Coherent Structures, Dynamical Systems and Symmetry, Cambridge 1996

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Dinámica no lineal: Superficies de discontinuidad y fenómenos acústicos en fluidos

DEPARTAMENTO:	PROFESOR/ES:
Física Matemática y de Fluidos	**Manuel Arias Zugasti**

Asignaturas relacionadas:
Métodos Matemáticos, Física Matemática, Física de Fluidos

OBJETIVOS:

Profundizar el estudio de algunos temas teóricos que, por limitaciones de tiempo, no se incluyen en el temario de Física de Fluidos. Proponemos una revisión teórica de 1 de los 2 temas mencionados. En el caso de las superficies de discontinuidad el objetivo es el estudio de las condiciones de contorno que deben cumplirse en dichas superficies (aplicación de conservación de masa, momento y energía a través de las mismas). Como trabajo más avanzado en este tema proponemos estudiar la estabilidad de ciertas discontinuidades, como p. ej. una discontinuidad tangencial en el campo de velocidades. En el caso de la acústica, se propone el estudio teórico de dicho tema, con el principal objetivo del cálculo de la velocidad de propagación de ondas acústicas en diversas situaciones.

METODOLOGÍA:

En ambos casos el trabajo propuesto tiene una vertiente de breve repaso bibliográfico y una vertiente de estudio teórico. Dependiendo de las preferencias de los estudiantes el trabajo puede centrarse en los aspectos teóricos del tema, o puede incluir también una vertiente de cálculo numérico.

BIBLIOGRAFÍA:

Landau LD, Lifshitz EM: Mecánica de Fluidos, Reverté (Barcelona 1991)

Batchelor GK: An Introduction to Fluid Dynamics, Cambridge University Press 2000

Tritton DJ: Physical Fluid Dynamics, Van Nostran Reinhold 1977

Liñán A y cols.: Mecánica de Fluidos, Sec. de pub. ETSI Aeronáuticos UPM 2002

Crespo A: Mecánica de Fluidos. Sec. de pub. ETSI Industriales UPM 1987

White FM: Mecánica de Fluidos, McGraw-Hill 2003

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Simetría y Leyes de Conservación: aplicaciones en Mecánica Teórica

DEPARTAMENTO:	PROFESOR/ES:
Física Matemática y de Fluidos	Álvaro Perea Covarrubias

Asignaturas relacionadas:
Fundamentos de Física, Mecánica, Electromagnetismo, Mecánica Teórica, Métodos matemáticos IV, Mecánica Cuántica

OBJETIVOS:

El método de la física para describir y comprender el mundo que nos rodea tiene una base fundamental en el análisis de las simetrías. De hecho la física teórica moderna establece que la simetría es uno, sino el único, principio que define la naturaleza. Este TFG se define como la realización de un trabajo de síntesis de lo aprendido por el estudiante en el Grado dentro del campo de las simetrías y sus aplicaciones, en particular, aunque no excluyente, en el ámbito de la Mecánica clásica.

METODOLOGÍA:

Revisión de los contenidos abordados en el Grado.

- Lectura de la bibliografía seleccionada sobre la energía en el Universo (materia y radiación).
- Elección del enfoque que se dará al trabajo (teórico, práctico, mixto), y de las disciplinas de la Física que se utilizarán.
- Realización del trabajo de aplicación de contenidos y redacción de la memoria.

BIBLIOGRAFÍA:

- D.E. Neuenschwander, *Emmy Noether's wonderful theorem*, The John Kopkins University Press, 2011.
- J. Rosen, *Symmetry rules: How science and Nature are founded on symmetry*, The Frontiers, Collection, Springer, 2008.
- Richard Feynman - The Character of Physical Law - Part4 Symmetry in Physical Law (video completo), http://www.youtube.com/watch?v=zQ6o1cDxV7o

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Simetría y Leyes de Conservación: Aplicaciones en Relatividad General

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Matemática y de Fluidos	Álvaro Perea Covarrubias

Asignaturas relacionadas:
Termodinámica, Mecánica Estadística, Mecánica Cuántica, Relatividad General, Astrofísica

OBJETIVOS:

La historia térmica del Universo está gobernada por el tipo de energía predominante en él (materia y/o radiación). Dentro de la radiación, la existencia de la llamada energía oscura (*dark energy*) es una de las hipótesis cosmológicas más aceptadas hoy día que explicaría el hecho observacional de la expansión acelerada del Universo. Este TFG se define como un trabajo de aplicación de los contenidos aprendidos por el estudiante en el Grado, para analizar algunas características termodinámicas de esta componente de energía.

METODOLOGÍA:

Revisión de los contenidos abordados en el Grado.

- Lectura de la bibliografía seleccionada sobre la energía en el Universo (materia y radiación).
- Elección del enfoque que se dará al trabajo (teórico, práctico, mixto), y de las disciplinas de la Física que se utilizarán.
- Realización del trabajo de aplicación de contenidos y redacción de la memoria.

BIBLIOGRAFÍA:

- Knebe, Thermal history of Universe, accessible en: http://popia.ft.uam.es/aknebe/page3/files/Cosmology/03ThermalHistory.pdf
- J. Lima y J. Alcaniz, Thermodynamics and the nature of dark energy, http://arxiv.org/pdf/astroph/402265.pdf
- N. Bilic, Thermodynamics of dark energy, http://arxiv.org/pdf/0812.5050

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Fenómenos de combustión

DEPARTAMENTO:	PROFESOR/ES:
Física Matemática y de Fluidos	Pedro García Ybarra

Asignaturas relacionadas:
Física de fluidos, Termodinámica I y II

OBJETIVOS:
Tratamiento analítico de las ecuaciones de conservación de momento, masa y energía en fenómenos de combustión de gases combustibles premezclados.

METODOLOGÍA:
El estudiante analizará fenómenos como la ignición o la propagación de llamas de premezcla planteando el correspondiente problema de condiciones iniciales y/o de contorno. Obtendrá los grupos adimensionales característicos y pondrá de manifiesto la dificultad de la no-linealidad introducida por el término de Arrhenius. El análisis se realizará simplificando este término con la aproximación de Frank-Kamentskii en el límite asintótico de grandes valores de la energía de activación reducida (número de Zeldovich).

BIBLIOGRAFÍA:

- L.D. Landau, E.M. Lifshitz “Mecánica de Fluidos” Reverté, 1991, Barcelona.
- Ya.B. Zeldovich, G.I. Barenblat, V.B. Librovich, G.M. Makhviladze “The Mathematical Theory of Combustion and Explosions” Consultants Bureau, 1985, New York.
- F.A. Williams “Combustion Theory” 2ª edición, Addison-Wesley, 1985, Reading.
- P. Clavin, G. Searby “Combustion Waves and Fronts in Flows” Cambridge Univ. Press, UK, 2016.
- A. Liñán, F.A. Williams “Fundamental Aspects of Combustion” Oxford Univ. Press, New York, 1993.

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Modelos y simulación de superficies e interfaces: La estructura de la doble capa eléctrica, Teoría de Gouy-Chapman

DEPARTAMENTO:	PROFESOR/ES:
Física Matemática y de Fluidos	Pedro García Ybarra

Asignaturas relacionadas:
Física de Fluidos, Termodinámica I y II

OBJETIVOS:
Aplicación de la distribución de Boltzmann para calcular la capacidad eléctrica de la doble capa

METODOLOGÍA:
El alumno analizará la estructura de la doble capa eléctrica en la interfaz electrodo-electrolito. Planteará la ecuación de Poisson del problema según el modelo de Gouy-Chapman, determinando los grupos adimensionales característicos. Obtendrá y analizará la solución bajo determinadas condiciones, deduciendo la capacidad eléctrica de la doble capa en cada caso.

BIBLIOGRAFÍA:
• J.O'M.Bockris, A.K.N. Reddy "Electroquímica Moderna" Vol. 1, 2A, 2B, Reverté, 1979, Barcelona. • A.J. Bard, L.R. Faulkner "Electrochemical Methods. Fundamentals and Applications" 2ª edición, Wiley, 2001, USA.

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:	
Dinámica de aerosoles	
DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Matemática y de Fluidos	José Luis Castillo Gimeno

Asignaturas relacionadas:
Física de Fluidos, Métodos Matemáticos, Física Matemática, Readings on Physics

OBJETIVOS:

Revisión bibliográfica de los fenómenos de transporte de aerosoles en gases. Análisis del comportamiento dinámico de aerosoles en distintas configuraciones de interés.
Descripción de las ecuaciones de movimiento de un aerosol cerca de una superficie rígida. Estudio analítico y numérico para determinar la distribución del aerosol en las cercanías de un obstáculo y la captura de aerosoles por superficies colectoras.

METODOLOGÍA:

Los aerosoles son pequeñas partículas sólidas o gotas líquidas suspendidas en un gas. La calidad del aire, el balance radiativo de la tierra y diversos problemas de salud están afectados por la presencia de aerosoles. Además, los aerosoles tienen implicaciones en tecnologías de combustión, control de emisiones, salud ambiental, elaboración de fármacos, nanotecnología y nuevos materiales.
Como trabajo fin de grado se abordará el estudio del comportamiento de las partículas de un aerosol en configuraciones sencillas de interés práctico. En particular, se llevará a cabo una revisión bibliográfica de los fenómenos de trasporte de partículas en gases y se obtendrán las ecuaciones de movimiento de un aerosol, analizando los casos de partículas con inercia y los diferentes fenómenos de transporte difusivo (difusión, termofóresis, forofóresis). Haciendo uso de métodos analíticos y numéricos se determinará la distribución de las partículas de aerosol cerca de un obstáculo interpuesto a la corriente gaseosa.
Se requiere un conocimiento previo de mecánica de fluidos que permita llegar a establecer las ecuaciones que gobiernan la dinámica de pequeñas partículas en gases. Además, para abordar los objetivos propuestos se precisa el conocimiento de métodos analíticos y numéricos de resolución de ecuaciones diferenciales, así como un adecuado nivel de inglés para poder leer la bibliografía recomendada.

BIBLIOGRAFÍA:

- S.K. Fridlander, “Smoke, Dust, and Haze. Fundamentals of Aerosol Dynamics”. Oxford University Press; 2000.
- Notas y apuntes proporcionados por el profesor, en su mayor parte en inglés.

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Dinámica y geometría en medios desordenados

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Matemática y de Fluidos	Pedro Córdoba Torres

Asignaturas relacionadas:
Física Computacional I y II. Métodos Matemáticos I - IV. Mecánica Estadística. Física del Estado Sólido.

OBJETIVOS:
En esta línea de TFG se propone el estudio del crecimiento lejos del equilibrio en medios desordenados. Los medios desordenados son sistemas espacialmente extensos en los que las propiedades del transporte o propagación de una cierta señal varían localmente de forma aleatoria, generando ruido y por tanto fluctuaciones. La característica fundamental de estos sistemas es que el ruido es una propiedad intrínseca del medio (*quenched noise*). El estudio de estos sistemas nos permite entender diferentes fenómenos como el flujo de un fluido a través de un medio poroso, la propagación de incendios forestales o de epidemias en una población, la propagación de una señal eléctrica/óptica en un medio en el que las propiedades eléctricas/ópticas están espacialmente distribuidas, el tráfico en redes de carreteras o la propagación de información en redes sociales. Este tipo de fenómenos generan *interfases* que se propagan y evolucionan dinámicamente lejos del equilibrio dando lugar a geometrías irregulares. Su dinámica presentará características "universales", es decir: las propiedades de transporte no dependerán de los detalles a pequeña escala de la red, sino tan sólo de la geometría y la topología a gran escala, y de la dimensionalidad del sistema. El paradigma de estos sistemas es el modelo de *percolación*, que es además el modelo más simple de transición de fase. Pero también resulta muy interesante considerar que el desorden es debido a una métrica localmente aleatoria, como en el modelo *First-Passage Percolation* (FPP). Fenómenos de crecimiento en estas métricas aleatorias darán lugar a geometrías estocásticas con implicaciones teóricas fundamentales en física y matemáticas, así como aplicabilidad directa a fenómenos reales. El trabajo desarrollado en esta línea de TFG consistirá en el estudio de uno de los modelos (o posibles variantes) propuestos en la literatura. Este trabajo estará basado fundamentalmente en la simulación computacional. Por lo tanto, es **imprescindible** que el estudiante conozca (preferiblemente) un lenguaje de programación de alto nivel como C, fortran o Python, o (en su defecto) programas de cálculo numérico tipo Matlab u Octave, o programas de cálculo simbólico como Maple, Mathematica o Maxima.

METODOLOGÍA:
1. Estudio de la teoría del crecimiento lejos del equilibrio y de la rugosidad cinética. 2. Planteamiento de un modelo que simule un proceso de crecimiento en un medio desordenado. 3. Implementación del algoritmo y simulación computacional del modelo. 4. Análisis de los resultados.

BIBLIOGRAFÍA:
- Capítulos de libros y artículos científicos: [1] A.- L. Barabási, H. E. Stanley, *Fractal Concepts in Surface Growth*, Cambridge University Press (1995). [2] Paul Meakin*, Fractals scaling and growth far equilibrium*, Cambridge University Press (1998). [3] S.N. Santalla, J. Rodríguez-Laguna, T. LaGatta, R. Cuerno, Random geometry and the Kardar–Parisi–Zhang universality class, *New Journal of Physics* 17 (2015) 033018. [4] S.N. Santalla, J. Rodríguez-Laguna, A. Celi, R. Cuerno, Topology and the Kardar-Parisi-Zhang universality class, *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* (2017) 023201. [5] P. Córdoba-Torres, S.N. Santalla, R. Cuerno, J. Rodríguez-Laguna, Kardar–Parisi–Zhang universality in first-passage percolation: the role of geodesic degeneracy, *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* (2018) 063212.

Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Fundamentos físicos de la imagen médica

DEPARTAMENTO:	PROFESOR/ES:
Física Matemática y de Fluidos	Pablo Martínez-Legazpi, Daniel Rodríguez, Cristina Santa Marta

Asignaturas relacionadas:
Electromagnetismo II, Física cuántica II, Física Nuclear y de Partículas, Física de Fluidos

OBJETIVOS:

* Comprender el mecanismo físico de generación de la señal para la reconstrucción de una imagen médica en alguna de las siguientes modalidades: ultrasonidos, rayos X, nuclear o resonancia magnética. La comprensión del mecanismo de generación abarcará desde el tipo y forma de energía empleada, la interacción entre dicha energía y los tejidos biológicos, la detección de esa energía tras la interacción y hasta los modelos matemáticos para la reconstrucción de la imagen.

* Aplicar estos conocimientos para la resolución de un caso práctico mediante simulación de procesos o reconstrucción/postprocesado de imágenes reales o sintéticas.

METODOLOGÍA:

De modo general, la metodología seguida será:
1. Revisión bibliográfica: lectura de la bibliografía básica recomendada y búsqueda de bibliografía más específica para el tema del trabajo.
2. Planteamiento de las ecuaciones básicas que describen el fenómeno.
3. Simulación de algunos de los procesos físicos involucrados en la generación de la imagen médica o reconstrucción/postprocesado de imagen.
4. Obtención de resultados e interpretación de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Suetens, P. (2009). Fundamentals of Medical Imaging. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/cbo9780511596803
2. Najarian, K., & Splinter, R. (2016). Biomedical Signal and Image Processing. CRC Press. https://doi.org/10.1201/b11978

Grado en Física
Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Modelización de ecosistemas

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Matemática y de Fluidos	Rubén Díaz Sierra

Asignaturas relacionadas:
Mét. Matemáticos I, II y III- Fís. Computacional I y II– Sist. dinámicos -Biología

OBJETIVOS:
Comprender y desarrollar un análisis matemático y computacional de un ejemplo de aplicación del análisis de sistemas dinámicos en un problema de interés de ecología, dinámica de poblaciones, etc.

METODOLOGÍA:

El equipo docente propondrá problema/s (modelo/s) en función de los intereses del estudiante (ver un ejemplo abajo). El estudiante, cuando se ponga en contacto con el equipo docente, podrá proponer problemas/enfoques/metodologías sobre las que tenga particular interés. En general, se seguirá la metodología:

1. Revisión bibliográfica del problema.

2. Análisis teórico del sistema dinámico, normalmente ecuaciones diferenciales ordinarias y/o con derivadas parciales (Existencia soluciones; análisis de estabilidad; bifurcaciones; descripción de comportamientos asimptóticos…)

3. Realización de simulaciones con el modelo mediante software/lenguaje apropiado (Maple, Matlab…) con diferente alcance según el estudiante (modificación de código previo o escritura de uno propio).

4. Representación, análisis e interpretación de resultados.

Ejemplos de posibles problemas/modelos:

- Análisis de patrones espaciales y transiciones críticas en ecosistemas áridos.
- Efecto de las perturbaciones estocásticas sobre la biodiversidad.

- Modelos implícitos de competencia y coexistencia entre especies vegetales.
- Variantes del modelo Daisyworld (autoregulación y homeostasis).

BIBLIOGRAFÍA:

- De Vries G, Hillen T, Lewis M, Müller J, Schönfisch B (2006) A course in mathematical biology: quantitative modeling with mathematical and computational methods. (Vol. 12, Siam.)

- Edelstein-Keshet, Leah (2005) Mathematical Models in Biology. Society for Industrial and Applied Mathematics.

-Murray, J.D. (2002) Mathematical Biology: I. An Introduction, Volume 17 of Interdisciplinary Applied Mathematics. Springer.

(Si está interesado puede solicitar más información, tipo de problemas, bibliografía… a sierra@ccia.uned.es).

Grado en física
Ficha Trabajo Fin de Grado

TITULO:
Pilas de combustible

DEPARTAMENTO:	**PROFESOR/ES:**
Física Matemática y de Fluidos	Santiago Martín Fernández

Asignaturas relacionadas:
Termodinámica I y II, Física de Fluidos, Energía y Medioambiente

OBJETIVOS:

La comprensión del funcionamiento de este tipo de dispositivo electroquímico de conversión de energía y el estudio, desde un punto de vista físico, de los principales problemas relacionados con las pilas de combustible.

METODOLOGÍA:

Revisión de bibliografía (libros y artículos, en inglés) con objeto de familiarizar al alumno con los conceptos básicos, así como conocer el estado del arte actual de la investigación en pilas de combustible. Posteriormente, planteamiento de un estudio relacionado con la física del dispositivo: balance de masa y energía, eficiencia, fenómenos de histéresis (biestabilidad), fenómenos de difusión de reactantes y productos a través de la capa catalítica, criterios de alimentación de gases reactantes (coeficiente estequiométrico crítico en condiciones de auto-humidificación), etc.

BIBLIOGRAFÍA:

R. O´Hayre, S.W. Cha, W. Colella, F.B. Prinz, Fuel Cell Fundamentals, Wiley (2009)

Larminie, J., Dicks, A. Fuel cell systems explained. Ed. John Wiley & Sons (2003)

Hoogers, G. *Fuel cell technology handbook*. Ed. CRC Press (2003)