



Grado en Física (curso 2024-25)

Fenómenos de Transporte	Código	800547	Curso	4º	Sem.	1º
Módulo	Física Aplicada	Materia	Electrónica y Procesos Físicos	Tipo	optativo	

	Total	Teóricos	Práct./Semin.	Lab.
Créditos ECTS:	6	3.5	2.5	
Horas presenciales	45	26	7	12

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los fundamentos físicos de la transferencia de energía, materia y carga eléctrica. • Saber desarrollar las ecuaciones de control que rigen los diferentes mecanismos de transporte.
Breve descripción de contenidos
Transferencia de calor, momento, materia y carga eléctrica.
Conocimientos previos necesarios
Es muy recomendable poseer un buen nivel de programación en Python. Los conocimientos de la asignatura Física Computacional también pueden resultar muy útiles.

Profesor/a coordinador/a:	Francisco J. Cao García		Dpto.	EMFTEL
	Despacho	03.260.0	e-mail	francao@fis.ucm.es

Teoría/Prácticas - Detalle de horarios y profesorado								
Grupo	Aula	Día	Horario	Profesor	Fechas	horas	T/P	Dpto.
A	Aula Informática 15 (Aula informática 1, en casos puntuales)	X, V	10:30-12:00	Francisco J. Cao García	Todo el cuatrimestre	33	T/P	EMFTEL

T:teoría, P:prácticas

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado						
Grupo	Lugar	sesiones		Profesor	horas	Dpto.
L1	15	Octubre a diciembre 2024 (V 10:30- 12:00)		Francisco Javier Cao García	12	EMFTEL

Tutorías				
Grupo	Profesor	horarios	e-mail	Lugar
A	Francisco J. Cao García	M y J: 11:00-12:30 Contactar por correo	francao@fis.ucm.es	03.260.0

Programa de la asignatura
<p>TEORÍA</p> <p><u>1. Introducción a los fenómenos de transporte</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fundamentos. Ecuación general de conservación y transporte. Niveles de descripción de los fenómenos de transporte: fenomenológico, cinético y microscópico. ● Termodinámica del equilibrio y del no equilibrio. Procesos irreversibles. Leyes fenomenológicas (Newton, Fick, Fourier, Ohm) y coeficiente de transporte (coeficiente de viscosidad, difusión, conductividad térmica y eléctrica). <p><u>2. Aplicaciones biológicas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Transporte activo y pasivo. Motores moleculares. ● Potencial de membrana. Transmisión del impulso nervioso. <p><u>3. Transporte a través de membranas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Membranas y fuerza motriz del transporte ● Mecanismos de transporte a través de membranas ● Procesos de separación por membranas y aplicaciones <p><u>4. Transporte en gases:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Gas ideal. Distribución de Maxwell-Boltzmann. Recorrido libre medio. Coeficientes de transporte ● Teoría cinética. Ecuación de Liouville. Ecuación de Boltzmann. <p><u>5. Transporte en fases condensadas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Movimiento browniano. Ecuación de Langevin. Subdifusión y superdifusión. ● Funciones de correlación y coeficientes de transporte. ● Ecuación de Fokker-Planck. Aplicaciones. <p><u>6. Transporte de carga</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Procesos de transporte en conductores de 1ª especie: ecuación de Boltzmann ● Interfase electrificada: transporte a través de la interfase. Potencial de interfase ● Fenómenos de difusión: Ley de Fick del transporte de carga ● Procesos de transporte en conductores de 2ª especie: ecuación de Butler-Volmer ● Aplicación de las ecuaciones de transporte de carga a sistemas físicos: unión p-n, contacto metal-semiconductor, emisión de electrones, otras aplicaciones <p><u>7. Transporte en fluidos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Caracterización del transporte en fluidos: descripción del fluido y su movimiento, propiedades de los fluidos, y clasificación de flujos. Volumen y superficie de control. Aplicación de las ecuaciones generales de transporte a los fluidos ● Metodologías de análisis del transporte en fluidos. Volumen y superficie de control. Teorema del Transporte de Reynolds ● Formulación de las ecuaciones de mecánica de fluidos. Formulación integral y diferencial ● Aplicaciones a casos prácticos <p><u>8. Transporte en redes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Topología, dinámica y sincronización <p>PRÁCTICAS DE LABORATORIO</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Práctica 1: Movimiento browniano, difusión y transporte de calor ● Práctica 2: Transporte en fluidos y a través de membranas

Bibliografía

Básica

- R. S. Brodkey y H. C. Hershey, Transport phenomena: an unified approach, Mc Graw-Hill International (1988) o Brodkey Publishing (2003)
 - Fenómenos de transporte. B.R. Bird y W.E. Steward. Lightfoot and Lightfoot, Erwin N.. Ed. Reverté. 2005
 - Phillips, R., et al., Physical Biology of the Cell (2nd ed.). Garland Science (2013).
 - J. Bertrán y J. Núñez (coords.), Química Física II, Ariel Ciencia (2002)
 - Wang, X. F. Complex networks: Topology, dynamics and synchronization. International Journal of Bifurcation and Chaos in Applied Sciences and Engineering, 12(5), 885–916. (2002). <https://doi.org/10.1142/S0218127402004802>
 - J.O'M. Bockris, y A.K.N. Reddy, Electroquímica moderna, Reverté (2003)
 - Mecánica de fluidos. Fundamentos y aplicaciones, Y.A. Çengel, J.M. Cimbala, Mc Graw Hill, 2006.
 - Fox and McDonalds. Introduction to Fluid Mechanics, P.J. Pritchard, Jonh Wiley & Sons, Inc., 2011
- Complementaria
- J. W. Kane, M. M. Sternheim, Física, Reverté (2000)
 - P. Nelson, Biological Physics, W. H. Freeman (2008)
 - An introduction to fluid mechanics and transport phenomena, G. Hauke, Springer, 2008.
 - Basic principles of membrane technology, M. Mulder, Kluwer Academic Publishers, 1997.
 - Membrane technology and applications, R.W. Baker, John Wiley & Sons, Ltd., 2004.
 - Fundamentos de Electrónica. Cinética electroquímica y sus aplicaciones. José M. Costa. Ed. Alhambra Universidad. 1981
 - Introduction to transport phenomena. Thomson, William J. Ed. Prentice Hall. 1999
 - Transport phenomena: fundamentals. Plawsky, Joel L. Ed. CRC Press. 2 nd ed. 2009
 - Transport phenomena. Beek, W.J. Ed. John Wiley and Sons. 2 nd ed. 1999
 - Interdisciplinary transport phenomena. Sadhal, S.S. New York Academy of Sciences. 2009
 - Transport phenomena in membranes. Lakshminarayanaiah, N. Ed. Academic Press. 1969
 - Multiphase transport and particulate phenomena. Nejat, T. Ed. Taylor and Francis, 1989
 - Advanced transport phenomena. Slattery, John C. Ed. Cambridge University Press, 1999

Recursos en Internet

Existen abundantes recursos en internet sobre los contenidos de la asignatura.

En el campus virtual incluiremos resúmenes, ejercicios, artículos y enlaces recomendados.

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos, aplicaciones y ejercicios (incluyen programación) (2 horas semanales en media)
- Prácticas de laboratorio (incluyen programación) (1 hora semanal en media)

En las lecciones de teoría se utilizará la pizarra o proyecciones con ordenador.

Para las lecciones teóricas se facilitarán lecturas recomendadas a realizar por el alumno previamente a ver el tema en clase, y enunciados de ejercicios a realizar por el alumno. Las lecturas previas recomendadas para las lecciones teóricas y los enunciados de los ejercicios se facilitarán a los alumnos con antelación suficiente en el Campus Virtual.

Los ejercicios de clase y las prácticas de laboratorio incluyen tareas de programación por lo que es muy recomendable poseer un buen nivel de programación en Python. Los conocimientos de la asignatura Física Computacional también pueden resultar muy útiles.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
Se harán dos exámenes escritos en clase: Ec1, Ec2. La nota de exámenes de clase será $E_c = 0.5 \cdot Ec_1 + 0.5 \cdot Ec_2$ Luego habrá un examen final Ex (opcional para quienes hayan aprobado Ec) La nota final de exámenes será $E_f = \max(E_c, Ex)$		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
Actividades de clase voluntarias Ac Prácticas de laboratorio obligatorias Po Se promedian con pesos $PA = (0.3 \cdot Po + 0.1 \cdot Ac) / 0.4$ La nota final de prácticas es $P = \max(Po, PA)$		
Calificación final		
Si $E_f < 5.0$ (sobre 10) la calificación final es $C_f = E_f$. Si $E_f \geq 5.0$ (sobre 10) la calificación final es $C_f = 0.6 \cdot E_f + 0.4 \cdot P$, donde solo computa P si $P \geq 4$ (sobre 10). Si $P \leq 4$, entonces P computa 0 y $C_f = 0.6 \cdot E_f$.		