



Grado en Física (curso 2024-25)

Geomagnetismo y Gravimetría		Código	800557	Curso	4º	Sem.	1º
Módulo	Física Aplicada	Materia	Física de la Atmósfera y de la Tierra	Tipo	optativo		

	Total	Teóricos	Práct./Semin.	Lab.
Créditos ECTS:	6	4.2	1.8	
Horas presenciales	45	31	11	3

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
Conocer los campos gravitatorio y magnético de la Tierra y su influencia en todas las observaciones y fenómenos físicos.
Breve descripción de contenidos
Campo magnético interno y externo, gravimetría. Descripción matemática. Forma de la Tierra. Variaciones del campo magnético terrestre. Origen del campo magnético terrestre. Aplicaciones.
Conocimientos previos necesarios
Conocimientos básicos impartidos en el Grado en <i>Física</i> sobre electricidad y magnetismo, mecánica y ecuaciones diferenciales.

Profesor/a coordinador/a	Francisco Javier Pavon Carrasco			Dpto.	FTA
	Despacho	04.106.0	e-mail	fjpavon@fis.ucm.es	

Teoría/Prácticas/Seminarios - Detalle de horarios y profesorado						
Grupo	Aula	Día	Horario	Profesor	horas	Dpto.
A	14	M,J	12.00-13.30	Francisco Javier Pavón Carrasco	42	FTA

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	sesiones	Profesor	horas	Dpto.
L1	Aulas Informática 1 y 15	03/10/2024; 28/11/2024, 12.00 - 13.30h	Marina Puente Borque	3	FTA
L2		03/10/2024; 28/11/2024, 12.00 - 13.30h	Mario Serrano Sánchez-Bravo	3	

Tutorías				
Grupo	Profesor	horarios	e-mail	Lugar
A	Francisco Javier Pavón Carrasco	1er sem: L y X: 12:30-14:00 + 3h online 2º sem: M: 10:30-12:00 J: 12:30-14.00 + 3h online	fjpavon@fis.ucm.es	04.106.0

Programa de la asignatura
<p>1. Introducción. Sistemas de coordenadas. La esfera celeste.</p> <p>2. Fundamentos de la teoría del potencial. Ecuación de Laplace. Desarrollo en armónicos esféricos del potencial de la gravedad y del potencial geomagnético. Problemas de contorno: teorema de Stokes y principio de Dirichlet.</p> <p>3. Campo de la gravedad. Elipsoide internacional. Potencial normal y gravedad teórica. Potencial anómalo. Ondulaciones del geoide. Ecuación fundamental de la Geodesia Física. Anomalías de la gravedad e isostáticas. Efecto indirecto de las reducciones de la gravedad. Altitudes geodésicas.</p> <p>4. Satélites artificiales. Perturbación de órbitas Keplerianas y parámetros orbitales. Determinación de los armónicos zonales. Altimetría por satélite. Sistemas de posicionamiento global.</p> <p>5. Rotación de la Tierra. Precesión y nutación del eje de rotación. Variaciones en los parámetros orbitales. Movimiento libre del polo.</p> <p>6. Mareas terrestres. Potencial elevador de las mareas. Geometría de las mareas. Mareas terrestres. Números de Love y Shida.</p> <p>7. Campo geomagnético. Campos constituyentes. Características del campo principal y su variación secular. Campo cortical. Modelos geomagnéticos de referencia basados en observaciones de satélites y observatorios geofísicos: familias IGRF, CHAOS y WDMAM.</p> <p>8. Magnetización de la materia y aplicaciones del paleomagnetismo. Superparamagnetismo y teoría de Néel. Procesos de adquisición de remanencia magnética natural. Aplicaciones del paleomagnetismo.</p> <p>9. Pasado del campo geomagnético principal. Campo geomagnético promediado. Curvas de Deriva Polar. Inversiones y excursiones geomagnéticas. Reconstrucciones del campo geomagnético basadas en paleomagnetismo.</p> <p>10. Interacción Tierra-Sol. Características de la ionosfera y magnetosfera. Teoría de Chapman. Viento solar. Cinturones de Van Allen. Meteorología espacial.</p> <p>11. Origen del Campo magnético terrestre. Introducción a la magnetohidrodinámica. Teorema del flujo congelado. Números adimensionales. Teoría de la geodinamo.</p> <p>12. Planetología comparada. Planetas terrestres. Planetas gigantes. Parámetros dinámicos. Estructura comparada. Dinamos planetarias.</p>

Bibliografía
<p>Básica</p> <ul style="list-style-type: none"> • C. Clauser. Introduction to Geophysics. Springer. 2024 (1ª Edición). • Merrill, R.T, M. McElhinny y P. McFadden. The Magnetic Field of the Earth, Academic Press, Boston. 1996, • Parkinson, W.D. Introduction to Geomagnetism, Elsevier, Amsterdam. 1983, • Torge, W. Gravimetry. Walter de Gruyter. Berlin, 1989. • Udías, A. y J. Mezcuca. Fundamentos de Geofísica. Alianza Universidad Textos. 1997 <p>Complementaria</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buforn, E., Pro, C. y A. Udías. Problemas resueltos de Geofísica. Pearson Educación, S.A. 2010. • Campbell, W.H., Introduction to Geomagnetic Fields, Cambridge University Press, Cambridge. 1997 • Heiskanen, W. y Moritz, H. Geodesia Física. Instituto Geográfico Nacional. 1985. • Jacobs, J.A. (Editor), Geomagnetism, Academic Press, Londres. 1991 • Ratcliffe, J.A. An Introduction to the Ionosphere and Magnetosphere, Cambridge University Press, 1972.

Recursos en internet
<p>Campus Virtual de la UCM.</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://vires.services. VirES: Earth's magnetic field as observed by Swarm: data and models. • https://arxiv.org/abs/1902.08098. Spatial And Temporal Changes Of The Geomagnetic Field: Insights From Forward And Inverse Core Field Models. Gillet, N. (2019). CNRS, ISTERre. • https://www.asg.ed.tum.de/iapg/forschung/schwerefeld/goco/. GOCO: Modelo geopotencial Gravity Observation Combination • http://icgem.gfz-potsdam.de/home. International Centre for Global Earth Models (ICGEM).

Metodología
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos del campo geomagnético y de la gravedad de la Tierra. • Clases prácticas de problemas que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen adecuadamente. • Prácticas: Se llevarán a cabo 2 prácticas en las que se analizarán supuestos prácticos. P1: Análisis del campo de gravedad y P2: Análisis del campo geomagnético. Ambas prácticas se realizarán en las aulas de informática. • Seminarios: las lecciones se verán complementadas con el estudio de casos reales de actualidad o de referencia (discusión de artículos de referencia, aplicaciones, etc).

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	70%
El examen consistirá en una serie de cuestiones teóricas y prácticas (de nivel similar a las resueltas en clase). La calificación obtenida será Nexamen.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	30%
A lo largo del curso el alumno entregará de forma individual los problemas, actividades e informes de prácticas, así como cuestiones que le indique el profesor en las fechas que éste determine. Los informes de prácticas se podrán entregar solo si se ha asistido a las sesiones indicadas en el		

apartado de Laboratorios.

Calificación final

La calificación final será la mejor de las dos opciones siguientes:

$CFinal = 0.7 \cdot Nexamen + 0.3 \cdot NOtrasActiv$ (es necesario que $Nexamen \geq 4$).

$CFinal = Nexamen$ (es necesario que $Nexamen \geq 5$).

Donde $NOtrasActiv$ es la calificación correspondiente a Otras Actividades y $Nexamen$ la obtenida en la realización del examen (ambas evaluadas sobre 10). La calificación de la convocatoria extraordinaria de junio/julio se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación ($NOtrasActiv$ se conserva para dicha convocatoria).