Guía académica
Máster Universitario en:

Métodos Matemáticos Avanzados en Física

VNiVERSiDAD D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

guías académicas 2012-2013

Edita:
SECRETARÍA GENERAL
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Realizado por: IBEROPRINTER, S.L.L.
SALAMANCA 2012

MASTER EN MÉTODOS MATEMÁTICOS AVANZADOS EN FÍSICA

TÍTULO

Máster Universitario en Métodos Matemáticos Avanzados en Física

CARACTERÍSTICAS GENERALES (CRÉDITOS, DURACIÓN, PLAZAS)

Créditos: 60 ECTS
Duración: 1 Curso académico
Número de plazas:
Mínimo: 5 *Máximo*: 17

ÓRGANO ACADÉMICO RESPONSABLE

Instituto de Física Fundamental y Matemáticas

CENTRO ADMINISTRATIVO RESPONSABLE

Facultad de Ciencias
Universidad de Salamanca
Plaza de la Merced
Salamanca-37008

COORDINADOR

Carlos Tejero Prieto
Facultad de Ciencias / Departamento de Matemáticas de la USAL
Edificio de Matemáticas / Plaza de la Merced sn / 37008 - Salamanca
Tel.: 923 29 44 56 Fax: 923 29 45 84
carlost@usal.es

ORIENTACIÓN Y RAMA DE CONOCIMIENTO

Rama de conocimiento:
Ciencias
Especialidades:
Investigadora

OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

La Física Matemática requiere conocimientos y técnicas cada vez más abstractos, profundos y sofisticados de Matemáticas, y no sólo de aquellas partes de la Matemáticas que han tenido en el pasado, y siguen teniendo en la actualidad, gran influencia en Física, como las Ecuaciones Diferenciales, los Métodos Numéricos, el Análisis Funcional o la Geometría Diferencial, sino incluso, la Geometría Algebraica, principalmente en relación con la Teoría de Cuerdas, Es un hecho reconocido que cada vez son mas numerosas las investigaciones en la frontera, a veces difusa, entre las Matemáticas y la Física. La colaboración entre físicos y matemáticos ha demostrado ser de una gran utilidad en esos casos. Es de resaltar la enorme influencia recíproca entre los avances en Teoría Cuántica de Campos, Teoría de Cuerdas o Relatividad, y los desarrollos mas modernos en el Álgebra, Análisis y Geometría. Dicha influencia es en la actualidad el núcleo de actividad más importante en algunas de estas disciplinas. Por otra parte, el extraordinario desarrollo del Cálculo Numérico, asociado a la rápida mejora en la tecnología de ordenadores, ha dado lugar a una herramienta indispensable y utilísima en el estudio de fenómenos físicos complejos que continuamente se descubren en la frontera de la Física Nuclear. Dicho esto, la experiencia demuestra que la colaboración interdisciplinar no siempre es fácil. Con frecuencia los matemáticos no comprenden, no ya los problemas de la física, sino siquiera lo que dichos problemas necesitan de matemáticas; por su parte los físicos no conocen las matemáticas cada vez mas sofisticadas que se requieren para el desarrollo de sus problemas y no encuentran el modo de comunicar a los matemáticos lo que necesitan. El máster en Métodos Matemáticos avanzados en Física pretende formar especialistas puente, que puedan servir de nexo de unión entre matemáticos y físicos, que sean capaces de comunicarse eficazmente con ambos lados y de colaborar con ellos.

OBJETIVOS

Los objetivos formativos están determinados por los Objetivos generales, que podemos resumir aquí como proporcionar a licenciados en Matemáticas y Física un lenguaje común que les permita una colaboración interdisciplinar en la línea divisoria entre Física y Matemáticas. Los objetivos formativos dependen por tanto del origen de los alumnos que llegan al máster con conocimientos y aptitudes diferentes.
Así, además de un conjunto de materias obligatorias para todos los estudiantes, se han diseñado asignaturas optativas diferentes que se les recomiendan en función de su formación previa como Matemáticos o Físicos.
Pueden resumirse los objetivos formativos de esta forma:

– Proporcionar a los alumnos procedentes de Matemáticas los conocimientos de determinados temas fundamentales de la Física, consiguiendo que se familiaricen con sus técnicas y lenguaje

– Proporcionar a los alumnos procedentes de Física técnicas matemáticas avanzadas, consiguiendo que sean capaces de formalizar mediante ellas problemas sencillos de la Física.

COMPETENCIAS

Con este Máster se pretende que los estudiantes desarrollen las competencias generales establecidas en el RD 1393/2007, comunes a cualquier título oficial de Máster. Las competencias específicas se hallan detalladas en las guías de las asignaturas.

PERFILES DE INGRESO Y REQUISITOS DE FORMACIÓN PREVIA

Ser licenciado en Ciencias Físicas o Matemáticas, aunque la Comisión Coordinadora del Programa podrá admitir a trámite la solicitud de convalidación de asignaturas de licenciatura en casos excepcionales.
Los cursos del programa son obligatorios u optativos de acuerdo con el cuadro que describe la estructura curricular del programa formativo y que se adjunta más abajo.
Cuando el número de solicitantes sea mayor que el plazas ofertadas (17), la Comisión Académica del Máster asignará las plazas en función de la adecuación del curriculum del solicitante y de sus méritos.

HORARIOS (FECHAS, CENTROS, AULAS)

Se impartirá en el edificio de Matemáticas de la Facultad de Ciencias en horario de mañana, con la excepción de una asignatura del primer semestre que tendrá horario de tarde.

PRIMER SEMESTRE					
Aula: SEMINARIO II (Edificio de la Merced)					
	Lunes	**Martes**	**Miércoles**	**Jueves**	**Viernes**
9-10		Fund. Mat. Mec. Cuántica	Fund. Mat. Mec. Cuántica	Fund. Mat. Mec. Cuántica	Análisis Funcional
10-11	Análisis Funcional	Análisis Funcional	Análisis Funcional	Met. Matemáticos: Geometría	Met. Matemáticos: Geometría
11-12	Ec. en Derivadas Parciales	Sup. de Riemann y func. Theta	Ec. en Derivadas Parciales	Sup. de Riemann y func. Theta	Sup. de Riemann y func. Theta
12-13	Sup. de Riemann y func. Theta	Geom. Sistemas Dinámicos	Geom. Sistemas Dinámicos	Geom. Sistemas Dinámicos	Ec. en Derivadas Parciales
13-14	Met. Matemáticos: Geometría	Met. Matemáticos: Geometría			
16-17	Teoría Clásica de Campos	Teoría Clásica de Campos	Teoría Clásica de Campos	Teoría Clásica de Campos	

SEGUNDO SEMESTRE					
Aula: SEMINARIO II (Edificio de la Merced)					
	Lunes	**Martes**	**Miércoles**	**Jueves**	**Viernes**
9-10		Fund. Mat. Teoría Cuántica Campos	Fund. Mat. Teoría Cuántica Campos	Fund. Mat. Teoría Cuántica Campos	Fund. Mat. Teoría Cuántica Campos
10-11		Introd. Problemas de Móduli	Introd. Problemas de Móduli	Introd. Problemas de Móduli	Introd. Problemas de Móduli
11-12		Métodos Numéricos	Métodos Numéricos	Métodos Numéricos	Métodos Numéricos
12-13		Mét. Geom. Dif. Teorías Gauge	Mét. Geom. Dif. Teorías Gauge	Mét. Geom. Dif. Teorías Gauge	Mét. Geom. Dif. Teorías Gauge
13-14		Mét. Mat. Mec. Medios Continuos	Mét. Mat. Mec. Medios Continuos	Mét. Mat. Mec. Medios Continuos	

PROFESORADO

Profesores de la Universidad de Salamanca:

1. Pablo Miguel Chacón Martín
2. Manuela Chaves Tolosa
3. Luis Ferragut Canals
4. Esteban Gómez González
5. Ana Cristina López Martín
6. Juan Mateos Guilarte
7. José María Muñoz Porras
8. Francisco José Plaza Martín
9. Julia Prada Blanco
10. Jesús Rodríguez Lombardero
11. Eduardo Ruiz Carrero
12. Fernando Sancho de Salas
13. Carlos Tejero Prieto
14. Francisco Javier Villarroel Rodríguez

PLAN DE ESTUDIOS

UNIDADES TEMATICAS O ASIGNATURAS		CRS. ECTS
OBLIGATORIAS	**Análisis Funcional** **6 ECTS** **Superficies de Riemann y Funciones Theta** **6 ECTS** **Fundamentos Matemáticos de la Teoría de Campos** **6 ECTS** **Métodos de Geometría Diferencial en Teorías Gauge** **6 ECTS**	**Nº Créditos: 24**
OPTATIVAS	**Teoría Clásica de Campos** **6 ECTS** **Introducción a los problemas de móduli** **6 ECTS** **Métodos Numéricos** **6 ECTS** **Métodos Matemáticos en Mecánica de Medios continuos** **4,5 ECTS**	
OPTATIVAS RECOMENDADAS PARA LOS ALUMNOS PROCEDENTES DE MATEMÁTICAS	**Fundamentos Matemáticos de la Mecánica Cuántica** **4,5 ECTS** **Geometría de los Sistemas Dinámicos** **4,5 ECTS**	
OPTATIVAS RECOMENDADAS PARA LOS ALUMNOS PROCEDENTES DE FÍSICA	**Ecuaciones en Derivadas Parciales** **4,5 ECTS** **Métodos Matemáticos: Geometría** **6 ECTS**	
TRABAJO DE MÁSTER (Obligatorio) **15 ECTS**		
Total ECTS del Máster		**Nº de Créditos: 60**

FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS DE LA MECÁNICA CUÁNTICA

1.- Datos de la Asignatura

Código	300321	Plan	2006	ECTS	4,5
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Departamento Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Juan Mateos Guilarte	Grupo / s	
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	P2025		
Horario de tutorías	Lunes a Jueves de 17 a 18		
URL Web			
E-mail	guilarte@usal.es	Teléfono	1543

Profesor Coordinador	José María Muñoz Porras	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M1321		
Horario de tutorías	Lunes a Jueves de 17 a 18		
URL Web			
E-mail	jmp@usal.es	Teléfono	1553

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Perfil profesional.

3.- Recomendaciones previas

4.- Objetivos de la asignatura

Dado que este curso está especialmente dirigido a los alumnos con formación inicial en Matemáticas, los objetivos fundamentales se centran en conseguir que dichos alumnos tomen contacto con los conceptos físicos y matemáticos de la Física Cuántica, con objeto de facilitar su posterior relación científica con físicos y su trabajo en grupos multidisciplinares. Comprensión por los estudiantes de los fundamentos matemáticos más elementales de la Mecánica Cuántica. El alumno obtenga, no solo un dominio del vocabulario de la física cuántica, sino que también posea un cierto manejo práctico de algunas técnicas matemáticas que le permita analizar sencillos sistemas cuánticos y le facilite la posterior comprensión de otras asignaturas de este master. Por tanto se formará a los alumnos en la capacidad de leer y comprender temas relacionados con la asignatura y desarrollados en libros y artículos de investigación.

5.- Contenidos

Para la consecución de estos objetivos, se desarrollará el siguiente programa de objetivos específicos y contenidos:

1. Fundamentos de la Mecánica Clásica y las bases físicas de la Mecánica Cuántica

a) Objetivos: Analizar los antecedentes matemáticos de la Mecánica y estudiar ciertos sistemas clásicos con objeto de compararlos con su posterior análogo cuántico. Dar también una visión histórica muy breve de los experimentos físicos que llevaron al nacimiento de la Mecánica Cuántica.

b) Contenidos: Formulación Hamilton-Jacobi de la Mecánica clásica. Ejemplos de sistemas mecánicos elementales. Orígenes de la mecánica Cuántica : Radiación de cuerpo negro, naturaleza ondulatoria de la luz y la materia, efecto fotoeléctrico.

2. Postulados matemáticos de la Mecánica Cuántica .

a) Objetivos: Analizar los postulados básicos en la formulación matemática tradicional de la Mecánica Cuántica.
b) Contenidos: Sistemas físicos y espacios de Hilbert . Estados puros y proyectivización del espacio de Hilbert. Operadores autoadjuntos y observables físicos.

3. Teoría cuántica de la medida y principio de incertidumbre

a) Objetivos: Establecer la conexión entre los valores posibles resultantes al medir un observable y los elementos matemáticos del formalismo cuántico.
b) Contenidos: Resultados de medidas e interpretación probabilística de la Mecánica Cuántica. Dispersión cuadrática media de la medida de un observable. Relaciones de incertidumbre de Heisenberg. Conjunto completo de observables compatibles

4. Evolución temporal de un estado cuántico y ecuación de Schrödinger.

a) Objetivos: Descripción dinámica de la Mecánica Cuántica. Estudiar como varían los estados y observables al variar el tiempo entre dos procesos de medida consecutivos.
b) Contenidos : Hamiltoniano de un sistema cuántico y evolución temporal de la ecuación de ondas. Estados estacionarios y ecuación de Schrödinger . Evolución temporal de los observables cuánticos y constantes de movimiento. Relación de indeterminación energía-tiempo. Reglas de la cuantización canónica.

5. Limite clásico de la ecuación de Schrödinger

a) Objetivos: Analizar la analogía entre los sistemas mecánicos cuánticos con sus análogos clásicos via la evolución de los valores medios de la medida de los observables.
b) Contenidos : Ecuación de Hamilton-Jacobi. Teorema del virial. Teorema de Ehrenfest y el límite clásico de la Mecánica.

6. Estudio de sistemas cuánticos particulares

a) Objetivos: Mostrar al alumno como llevar a la práctica las anteriores ideas, computando explícitamente el espectro del hamiltoniano cuántico y las funciones de onda estacionarias de ciertos ejemplos sencillos y analizar con ello los fenómenos cuánticos que aparecen.
b) Contenidos: Problemas unidimensionales y efecto túnel. Oscilador armónico. Y operadores de creación y destrucción. Átomo de hidrógeno.

7. Simetrias en Mecánica Cuántica

a) Objetivos: Estudiar las representaciones unitarias de grupos de Lie y su aplicación al estudio de las simetrías en Mecánica Cuántica.
b) Contenidos: Simetrías en Mecánica Cuántica y representaciones unitarias de grupos de Lie. Teoría del momento angular y las representaciones del grupo de rotaciones.

6.- Competencias a adquirir

Específicas.
Conocer y manejar los métodos clásicos de Algebra, Análisis Matemático y Geometría relevantes en el estudio de la Mecánica Cuántica, así como proporcionar a los alumnos de matemáticas una introducción elemental a la Mecánica Cuántica
Básicas/Generales.
Transversales.

7.- Metodologías docentes

Esta asignatura tiene 4,5 créditos ECTS. Se entiende que un crédito ECTS tiene unas 25 horas, de las que unas 10 son de actividades presenciales. Se dedican en consecuencia 45 horas a actividades presenciales y 67,5 horas para trabajo personal y actividades tutoriales.

El aprendizaje se articulará en las siguientes actividades:

1. Clases presenciales. En estas clases se mostrarán a los estudiantes los conceptos y resultados fundamentales del programa. Se comentarán los puntos clave de las demostraciones, cuyo desarrollo detallado será objeto de trabajos individuales que realizarán los estudiantes. Asimismo se plantearán y resolverán ejercicios que ayuden a la comprensión de la teoría.
2. Tutorías de supervisión. En estas se supervisará la realización del trabajo individual con el fin de informar al estudiante de su desarrollo y lograr una adecuada presentación de un trabajo en el seminario correspondiente. El objetivo de esta actividad es introducir al estudiante, de forma dirigida, en los hábitos de integración de conocimientos a partir de diferentes fuentes de información.
3. Seminarios. Cada estudiante presentará un trabajo individualizado al resto de los estudiantes en un seminario. El objetivo de esta actividad es comprobar que el estudiante es capaz de comunicar con claridad los conocimientos y los argumentos que los sustentan al resto de sus compañeros y al profesor.
4. Trabajos. En esta actividad no presencial el estudiante elaborará, bajo la supervisión del profesor, los trabajos individuales y colectivos propuestos por el profesor y que serán entregados al profesor con el propósito de que el estudiante consiga las habilidades que le permitan seguir estudiando e investigando de forma autónoma, así como trabajar en grupo.
5. Tutorías. Se programarán 3 horas de tutoría semanales para que el estudiante pueda resolver cuestiones y dudas que le puedan surgir en el proceso de aprendizaje. Estas tutorías son voluntarias.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		18		18	36
Prácticas	- En aula	18		21,5	39,5
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		5		5	10
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		8	12
	TOTAL	**45**		**67,5**	**112,5**

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Para el desarrollo de la asignatura se recomienda la siguiente bibliografía

1. A. Galindo y P.Pascual : ‘Mecánica Cuántica’’. Alhambra . 1978.

COMENTARIO : Referencia básica en toda la signatura, en los 5 primeros capitulos se encuentran recogidas practicamente todas las nociones matemáticas y físicas que se usarán en el curso.

2. D. T. Guillespie : ‘Introducción a la Mecánica Cuántica ’’. Ed. Reverté . 1976.

COMENTARIO : Texto introductorio que sin embargo cubre las partes fundamentales de esta asignatura al nivel adecuado para estudiante con formación matemática.

3. C. Cohen-Tannoudji : ‘’Quantum Mechanics ’’. vol I y II Ed . Willey Intersicence.1992.

COMENTARIO : Libro que contiene no solo los fundamentos matemáticos de la Mecánica clásica de forma clara sino que desarrolla muchos ejemplos didácticos interesantes. A. O. Barut y R. Ratzka : ‘’ Theory of group representations and applications’’. World Scientific. 1986.
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.
Se utilizarán los siguientes recursos: • Biblioteca “Abraham Zacut” de la Universidad de Salamanca. • Internet: En particular la base de datos “MathSciNet” y el archivo de preprints “ArXiv.org”.

GEOMETRÍA DE LOS SITEMAS DINÁMICOS

1.- Datos de la Asignatura

Código	300322	Plan	2006	ECTS	4,5
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Geometría y Topología				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Carlos Tejero Prieto	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M0107		
Horario de tutorías	L, M, X, J: 13.:00 – 14:00, V: 12:00 – 14:00		
URL Web			
E-mail	carlost@usal.es	Teléfono	923 294456

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Esta asignatura sirve de fundamento clásico para la asignatura Fundamentos Matemáticos de la Mecánica Cuántica y como preparación geométrico diferencial para la asignatura Métodos de Geometría Diferencial en Teorías Gauge.
Perfil profesional.

3.- Recomendaciones previas

Haber seguido algún curso de geometría diferencial.

4.- Objetivos de la asignatura

Comprender los aspectos geométricos fundamentales subyacentes a la Mecánica Hamiltoniana y Lagrangiana. Dar una panorámica de las Técnicas de Geometría Simpléctica que son habitualmente utilizadas en la investigación y en los desarrollos geométricos modernos de los sistemas dinámicos hamiltonianos. Los alumnos deberán conseguir no solo un alto manejo práctico de las técnicas de Geometría Diferencial y Simpléctica que les permita analizar sistemas dinámicos concretos, sino también asimilar conceptos e ideas teóricas que les puedan ser útiles en posteriores estudios, más especializados, sobre estos temas. Por tanto se formará a los alumnos en la capacidad de leer y comprender temas relacionados con la asignatura y desarrollados en libros y artículos de investigación.

5.- Contenidos

Para la consecución de estos objetivos, se desarrollará el siguiente programa de objetivos específicos y contenidos:

8. Geometría Simpléctica.

a) Objetivos: Estudiar la geometría de espacio de fases de un sistema hamiltoniano de una manera intrínseca.
b) Contenidos: Geometría Lineal simpléctica. Variedades simplécticas. Ejemplos. Teorema de Darboux-Weinstein. Coordenadas canónicas y transformaciones simplécticas. Campos hamiltonianos y paréntesis de Poisson. Dinámica hamiltoniana y ecuaciones de Hamilton. Ligaduras y subvariedades isotropas, coisotropas y lagrangianas.

9. Invariantes integrales, superficies de energía y estabilidad.

a) Objetivos: Estudiar, desde un punto geométrico, las subvariedades del espacio de fases que son invariantes bajo el flujo de un campo hamiltoniano y su estabilidad.
b) Contenidos: Formas invariantes y teorema de Poicaré-Cartan. Subvariedades invariantes. Constantes de movimiento y simetrias de un sistema hamiltoniano. Subvariedad de energía constante. Puntos críticos y puntos de equilibrio. Estabilidad en sistemas hamiltonianos.

10. Sistemas hamiltonianos completamente integrables

a) Objetivos: Describir de forma intrínseca y geométrica los conceptos de integrabilidad en el sentido de Liouville y su descripción mediante toros invariantes.
b) Contenidos: Integrales en involución. Completa integrabilidad. Teorema de Arnold-Liouville. Fibraciones tóricas y variables acción-ángulo.

11. Sistemas dinámicos lagrangianos

a) Objetivos: Estudiar de forma intrínseca los conceptos geométrico subyacentes a la formulación Lagrangiana de la Mecánica.

b) Contenidos: Geometría del espacio de velocidades. Función Lagrangiana y forma de Lagrange. Transformada de Legendre. Lagrangianos regulares. Ecuaciones de Euler-Lagrange. Principios variacionales de la Mecánica.

12. Mecánica en variedades riemannianas : Ejemplos

a) Objetivos: Estudiar diferentes sistemas dinámicos físicos sobre espacios de configuración riemannianos y cuya dinámica y simetrías están ligadas a la propia geometría del espacio.

b) Geometría del flujo geodésico. Estudio del sólido rígido como sistemas hamiltonianos sobre un grupo de Lie y sus generalizaciones. Sistemas conservativos. Fuerzas centrales y problema de Kepler.

13. Sistemas hamiltonianos con simetrías : Reducción simpléctica

a) Objetivos: Formalizar y generalizar los aspectos geométricos en la integración por cuadraturas de un sistema dinámico. Se desarrollará el moderno tratamiento de las simetrías mediante las aplicaciones momento asociadas a las acciones simplécticas de los grupos de Lie.

b) Contenidos: Simetrías de sistemas hamiltonianos. Invariantes de Noether. Aplicación momento. Aspectos cohomológicos. Reducción simpléctica. Teorema de Marsden-Weisntein. Ejemplos: reducción al centro de masas, problema de MIC-Kepler como reducción simpléctica de sistema de osciladores acoplados.

6.- Competencias a adquirir

Específicas.

- Conocer las propiedades básicas de las variedades simplécticas y los sistemas dinámicos hamiltonianos.
- Conocer el significado geométrico y mecánico del teorema de Arnold-Liouville para sistemas dinámicos hamiltonianos completamente integrables.
- Conocer la formulación geométrica de la mecánica lagrangiana y su relación con la formulación hamiltoniana.
- Utilizar las simetrías de un sistema dinámico hamiltoniano para la determinación de cantidades conservadas y reducción del número de grados de libertad

Básicas/Generales.

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Esta asignatura tiene 4,5 créditos ECTS. Se entiende que un crédito ECTS tiene unas 25 horas, de las que unas 10 son de actividades presenciales. Se dedican en consecuencia 45 horas a actividades presenciales y 67,5 horas para trabajo personal y actividades tutoriales.

El aprendizaje se articulará en las siguientes actividades:

6. Clases presenciales. En estas clases se mostrarán a los estudiantes los conceptos y resultados fundamentales del programa. Se comentarán los puntos clave de las demostraciones, cuyo desarrollo detallado será objeto de trabajos individuales que realizarán los estudiantes. Asimismo se plantearán y resolverán ejercicios que ayuden a la comprensión de la teoría.
7. Tutorías de supervisión. En estas se supervisará la realización del trabajo individual con el fin de informar al estudiante de su desarrollo y lograr una adecuada presentación de un trabajo en el seminario correspondiente. El objetivo de esta actividad es introducir al estudiante, de forma dirigida, en los hábitos de integración de conocimientos a partir de diferentes fuentes de información.
8. Seminarios. Cada estudiante presentará un trabajo individualizado al resto de los estudiantes en un seminario. El objetivo de esta actividad es comprobar que el estudiante es capaz de comunicar con claridad los conocimientos y los argumentos que los sustentan al resto de sus compañeros y al profesor.
9. Trabajos. En esta actividad no presencial el estudiante elaborará, bajo la supervisión del profesor, los trabajos individuales y colectivos propuestos por el profesor y que serán entregados al profesor con el propósito de que el estudiante consiga las habilidades que le permitan seguir estudiando e investigando de forma autónoma, así como trabajar en grupo.
10. Tutorías. Se programarán 3 horas de tutoría semanales para que el estudiante pueda resolver cuestiones y dudas que le puedan surgir en el proceso de aprendizaje. Estas tutorías son voluntarias.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		18		18	36
Prácticas	- En aula	18		21,5	39,5
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		5		5	10

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Tutorías				
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			15	15
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4		8	12
TOTAL	**45**		**67,5**	**112,5**

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Para el desarrollo de la asignatura se recomienda la siguiente bibliografía

5) R. Abraham y J. E.. Marsden : ''Foundations of Mechanics''. The Benjamin/Cummings Publishing Company. 2ª Edición. 1978.

COMENTARIO : Referencia básica en toda la asignatura, en los capitulos 3 y 4 se encuentran recogidas practicamente todas las nociones gométricasque se usarán en el curso.

6) V. Guillemin y S.Sternberg : ''Symplectic Techniques in physics''. Cambridge University Press. 1986.

COMENTARIO: Los aspectos teóricos sobre la geometría simplectica de los sistemas fisicos completamente integrables y la geometriía de la aplicación momento se encuentran en los capítulos 1, 2 y 4 de este libro.

7) R.H. Cushman y L.M. Bates: ''Global Aspects of Classical Integrable Systems''. Birkhäuser.1997.

COMENTARIO: Cada capítulo de este libro está dedicado al estudio geométrico de un sistema fisico particular. Excelente libro para complementar los ejemplos que se estudiaran en el curso. En sus diferentes apéndices trata la teoría de la asignatura.

8) J. E. Marsden y T. S. Ratiu : '' Introduction to Mechanics and Symmetry''. Springer. 1996. Con los suplementos on line asociados: ''Solutions manual to problems of Introduction to Mechanics and Symmetry'' (1997) y . ''Internert suplement for Introduction to Mechanics and Symmetry'' (1998).

COMENTARIO: En sus capítulos se desarrolla desde un punto de vista geométrico intrinseco moderno diferentes aspectos de la Mecánica . Los suplementos on line de este libro sobre solución de los problemas propuestos será de gran ayuda al alumno.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Se utilizarán los siguientes recursos:

• Biblioteca "Abraham Zacut" de la Universidad de Salamanca.

• Internet: En particular la base de datos "MathSciNet" y el archivo de preprints "ArXiv.org".

10.- Evaluación

Consideraciones Generales
La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado del estudiante, controlado periódicamente con diversos instrumentos de evaluación.
Criterios de evaluación
La evaluación valorará los siguientes aspectos: 1. Valoración del trabajo realizado por el alumno durante el curso y su exposición. Esta parte contabilizará un 40% de la nota final. 2. Exposición de un tema de un libro o de un artículo propuesto por el profesor y relacionado con la asignatura. Esta segunda parte contabilizará un 20% de la nota final. 3. Realización de un examen para determinar el grado de cumplimiento de los objetivos por parte del alumno. Esta segunda parte contabilizará un 40% de la nota final.
Instrumentos de evaluación
Trabajos realizados por los estudiantes, exposiciones orales y un examen
Recomendaciones para la evaluación.
1. Ensayo previo de la exposición de los trabajos, para detectar las posibles deficiencias en el entendimiento de los conceptos, así como en la forma de expresión. 2. Una vez que el profesor entrega los trabajos corregidos, analizar los errores cometidos, tanto individualmente como acudiendo a las tutorías. 3. Resolver las dudas mediante el manejo de bibliografía, discusiones con los compañeros o acudiendo al profesor.
Recomendaciones para la recuperación.
1. Analizar los errores cometidos en los trabajos y examen (acudiendo para ello a la revisión tutorial). 2. Trabajar en su preparación con las mismas recomendaciones realizadas para la evaluación.

ANÁLISIS FUNCIONAL

1.- Datos de la Asignatura

Código	300301	Plan	2006	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Julia Prada Blanco	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M2329		
Horario de tutorías	Lunes, Martes y Miércoles de 12 a 2.		
URL Web			
E-mail	prada@usal.es	Teléfono	923 294457

Profesor Coordinador	Francisco Javier Villarroel Rodríquez	Grupo / s	
Departamento	Estadística		
Área	Estadística e Investigación Operativa		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	D1511		
Horario de tutorías	Martes y Miércoles de 16:30 a 19:30		
URL Web			
E-mail	javier@usal.es	Teléfono	923 294458

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Perfil profesional.

3.- Recomendaciones previas

4.- Objetivos de la asignatura

Proporcionar a los alumnos un dominio adecuado en las herramientas y métodos del Análisis Funcional que tienen aplicación en campos como las ecuaciones en derivadas parciales o diversos problemas de la Física. Esta asignatura ha de servir de base para otras asignaturas como Ecuaciones en Derivadas Parciales, Métodos Matemáticos de la Mecánica Cuántica, Teoría Cuántica de Campos y Métodos Numéricos. Los alumnos han de adquirir la capacidad de entender libros y artículos relacionados con la asignatura y sus aplicaciones.

5.- Contenidos

1. Teoría espectral para álgebras de Banach.

a) Objetivos: Comprender el significado de la representación espectral y su relación con la transformación de Fourier.
b) Contenidos: Álgebras de Banach. Teorema de Gelfand-Mazur. Álgebras de Banach conmutativas. Teorema de representación espectral. Ejemplos y aplicaciones.

2. Operadores entre espacios de Hilbert.

a) Objetivos: Conocer distintos tipos de operadores acotados entre espacios de Hilbert, sus propiedades más importantes y su estructura. Aplicar la teoría a problemas de contorno y a los operadores integrales.

b) Contenidos: Operadores acotados. Operadores compactos. Operadores hermíticos. Espectro de un operador. Teorema espectral. Alternativa de Fredholm. Aplicaciones: Ecuaciones integrales de Fredholm y problema de Sturm-Liouville.

3. Teoría de distribuciones.

a) Objetivos: Comprender la noción de distribución como una generalización de la noción de función. Conocer ciertas propiedades importantes de las distribuciones y su estructura. Familiarizarse con el cálculo con distribuciones.

b) Contenidos: Funciones test y distribuciones. Teorema de estructura de las distribuciones en Rn . Distribuciones temperadas. Transformación de Fourier. Convolución de distribuciones. El teorema de Paley-Wiener-Schwarz. Aplicación a las ecuaciones en derivadas parciales.

4. Espacios de Sobolev y operadores diferenciales.

a) Objetivos: Conocer la noción de operador diferencial y su relación con las ecuaciones en derivadas parciales. Comprender el modo en que un operador diferencial rompe como una familia de operadores entre espacios de Hilbert. Familiarizarse con los teoremas fundamentales sobre operadores elípticos y con alguna de sus aplicaciones.

B) Contenidos: Noción de operador diferencial. Morfismos entre cadenas de espacios de Hilbert. Cadena de espacios de Sobolev asociada a un fibrado sobre una variedad compacta. Los operadores diferenciales como morfismos entre cadenas de espacios de Sobolev. Operadores elípticos. Teoremas de regularidad y finitud. Aplicaciones

6.- Competencias a adquirir

Específicas.

- Conocer las propiedades fundamentales de las Algebras de Banach.
- Conocer las ágebras de operadores en espacios de Hilbert y su teoría espectral.
- Comprender los conceptos fundamentales de la teoría de distribuciones y sus aplicaciones.
- Conocer las propiedades básicas de la teoría de operadores diferenciales y espacios de Sobolev.

Básicas/Generales.

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Entenderemos cada crédito ECTS como 25 horas de trabajo. Teniendo en cuenta la formación que ya tienen los alumnos a los que se imparte esta asignatura, se espera de ellos que no participen de modo pasivo en ella, acumulando material de aprendizaje, sino que hay que dar una gran importancia al trabajo personal; asignaremos 7 horas lectivas a cada crédito ECTS.

Dado que la asignatura tiene 6 créditos, resultan 42 horas lectivas (22 de teoría y 20 de problemas), más 108 de trabajo personal de los alumnos. Éstas últimas se repartirán entre el estudio, la asistencia a las tutorías, la resolución de ejercicios y cuestiones propuestas por el profesor a lo largo del curso y la exposición de un trabajo final de la asignatura, en el que han de demostrar los conocimientos adquiridos y su grado de asimilación.

Podemos desglosar las actividades de aprendizaje como sigue:

- Clases de teoría: En la primera clase de cada tema el profesor hará un resumen del mismo, haciendo hincapié en los aspectos más importantes y en las dificultades que se pueden plantear durante su estudio. Expondrá a los alumnos el modo de abordarlo y propondrá una serie de cuestiones, tanto de índole teórica como práctica, para el trabajo personal de cada alumno. En las siguientes sesiones, el tema de estudio será expuesto por el profesor, con la eventual colaboración de los alumnos, a quienes se encargará la exposición de alguno de los puntos a tratar.
- Clases de problemas: En ellas los alumnos resolverán los problemas que les hayan sido propuestos, se expondrán dudas sobre los mismos y se pueden matizar diversos aspectos sobre su resolución.
- Seminarios: En ellos los alumnos harán una exposición de su trabajo de final de curso, con la posibilidad de que sus compañeros y el profesor soliciten las aclaraciones que estimen oportunas. Se dedicarán 15 horas (presenciales) a esta actividad.
- Tutorías presenciales: Dado que los alumnos han de llevar el peso de la asignatura, mediante su trabajo personal, es muy importante que se les facilite el contacto con el profesor. De este modo pueden ir analizando sobre la marcha las dificultades que surjan, y se les puede orientar sobre la bibliografía más adecuada o el mejor modo de enfocar un tema o de resolver un problema. El profesor dedicará 3 horas semanales a las tutorías presenciales.
- Tutorías a través de internet: Con el fin de facilitar el seguimiento del curso a alumnos de fuera de Salamanca, el profesor podrá ser consultado también a través de internet (por ejemplo, mediante correo electrónico). Los alumnos podrían enviar versiones preliminares de sus trabajos para su supervisión también por este medio, fijando luego alguna entrevista presencial para discutir aquellos aspectos que así lo requieran.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		22			22
Prácticas	- En aula	20	78		98
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Exposiciones y debates		15		15
Tutorías				
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos		15		15
Otras actividades (detallar)				
Exámenes				
TOTAL	**42**	**108**		**150**

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno
[1] Brezis, H.: Análisis Funcional, Alianza Universidad, 1984. [2] Renardy, M.; Rogers, R. C.: An introduction to partial differential equations. Springer Verlag, 1992. [3] Riesz, F.; Nagy, B. Sz.: Functional analysis. Dover, 1990. [4] Schwarz, L.: Métodos matemáticos para las ciencias físicas. Selecciones Científicas, 1969. [5] Yosida, K.: Functional analysis. Springer Verlag, 1978. La referencia [1] es un curso de Análisis Funcional que va desde las primeras nociones de espacios normados hasta temas como la teoría de operadores, los espacios de Sobolev y el estudio de las ecuaciones de evolución. En [2] se tratan todos los temas del curso salvo el primero, y se da un enfoque dirigido a su aplicación a la resolución de ecuaciones en derivadas parciales. En [3] se estudia la teoría espectral de operadores entre espacios de Hilbert, así como una teoría elemental de semigrupos. En [4] se puede encontrar una exposición de la teoría de distribuciones y del análisis de Fourier con un enfoque muy práctico. [5] es un libro muy completo y recomendable en el que se tratan la representación espactral de álgebras de Banach, la teoría de distribuciones, los espacios de Sobolev, la teoría de semigrupos y su aplicación a las ecuaciones de evolución.
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.
• Internet: Se usará para ponerse en contacto con el profesor, ver información actualizada de la asignatura (apuntes, problemas, calendario de tutorías, etc.) y para consultar recursos bibliográficos. Son particularmente útiles la base de datos “MathSciNet”, archivo de preprints “ArXiv.org” y los recursos bibliográficos suscritos por la universidad, entre los cuales se encuentran muchas revistas científicas, accesibles desde la página web desde la Universidad de Salamanca. • Biblioteca Abrahan Zacut de la Universidad de Salamanca.

10.- Evaluación

Consideraciones Generales
Criterios de evaluación
La evaluación constará de las tres partes siguientes: • Trabajo del alumno a lo largo del curso: exposición de temas, resolución de problemas, participación en clase y en las tutorías, etc. El peso de esta parte será de un 40% de la nota final. • Exposición de un trabajo final de curso, consistente en un tema propuesto por el profesor y desarrollado a partir de un libro o un artículo. Esta parte contabilizará un 30% de la nota final. • Examen de teoría y problemas, en el que se valorará el grado de asimilación de la asignatura por parte de los alumnos. Determinaremos así el 30% restante de la nota final.
Instrumentos de evaluación
Recomendaciones para la evaluación.
Recomendaciones para la recuperación.

ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES

1.- Datos de la Asignatura

Código	300323	Plan	2006	ECTS	4,5
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Jesús Rodríguez Lombardero	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M2324		
Horario de tutorías	L 9-10, L 13-14, X, J: 12-14, previa cita con los alumnos		
URL Web	http://mat.usal.es/~jrl		
E-mail	jrl@usal.es	Teléfono	923294457

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Junto con el Análisis Funcional, esta asignatura sirve de base a la de Métodos Numéricos, que la complementa, y tiene su aplicación en las asignaturas del segundo cuatrimestre, con contenido más físico.
Perfil profesional.
Docencia e investigación

3.- Recomendaciones previas

Haber seguido algún curso de Ecuaciones Diferenciales.

4.- Objetivos de la asignatura

Teniendo en cuenta los objetivos generales del máster en el que está integrada esta asignatura, sus objetivos primordiales serán: conocer los distintos tipos de ecuaciones en derivadas parciales, comprender el significado de la palabra "solución" en este contexto, conocer distintas técnicas para el cálculo de soluciones dependiendo del tipo de ecuación de que se trate y relacionar las ecuaciones en derivadas parciales con diversos problemas físicos. Los alumnos han de adquirir la capacidad de entender libros y artículos relacionados con la asignatura y sus aplicaciones.

Generales

- Contribuir a la formación y desarrollo del razonamiento científico.
- Proveer al alumno de capacidades de abstracción, concreción, concisión imaginación intuición razonamiento crítica, objetividad, síntesis y precisión.
- Formular y resolver problemas utilizando el lenguaje matemático.

Específicos

- Relacionar distintos problemas de la geometría, la física y otras ciencias con las ecuaciones diferenciales.
- Distinguir entre diferentes tipos de ecuaciones en derivadas parciales y algunas de sus propiedades básicas.
- Conocer las distintas nociones de solución de una ecuación en derivadas parciales.
- Conocer y aplicar métodos para resolver algunos tipos clásicos de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.
- Comprender la relación entre sistemas diferenciales exteriores y ecuaciones diferenciales.
- Aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas.

5.- Contenidos

Para la consecución de estos objetivos, se desarrollará el siguiente programa de objetivos específicos y contenidos:

14. El teorema de Cauchy-Kowalewski.

a) Objetivos: Comprender lo que quiere decir resolver una ecuación en derivadas parciales. Apreciar las peculiaridades de los sistemas analíticos. Conocer el método de las series mayorantes para resolver un sistema en la forma normal de Cauchy-Kowalewski. Conocer el significado y la importancia de las variedades características.
b) Contenidos: Ecuaciones en derivadas parciales. Concepto de solución. El problema de Cauchy. Sistemas analíticos. Teorema de Cauchy-Kowalewski. Variedades características.

15. Ecuaciones en derivadas parciales de primer orden.

a) Objetivos: Comprender la geometría subyacente a las ecuaciones en derivadas parciales de primer orden. Calcular distintos tipos de soluciones. Relacionar las ecuaciones de primer orden con la mecánica.

b) Contenidos: Geometría de las ecuaciones de primer orden. Sistema característico. Solución singular. Problema de Cauchy, Integrales completas. Teoría de Hamilton-Jacobi. Aplicación al problema de los n cuerpos.

16. Ecuaciones de segundo orden.

a) Objetivos: Conocer los distintos tipos de ecuaciones de segundo orden que serán objeto de estudio a lo largo del curso y su relación con diversos problemas de la Física.
b) Contenidos: Problema de Cauchy. Características. Formas canónicas y clasificación en el entorno de un punto.

17. Ecuaciones hiperbólicas.

a) Objetivos: Conocer las particularidades de las ecuaciones de tipo hiperbólico y diversos métodos de resolución. Relacionarlas con las vibraciones de una cuerda y otros problemas de Física.
b) Contenidos: Problema de Cauchy. Ecuación de ondas. Método de Fourier. Medias esféricas. Método del descenso. Principio de Huyggens y conservación de la energía.

18. Ecuaciones elípticas.

a) Objetivos: Conocer las propiedades más importantes de las funciones armónicas y alguna de sus aplicaciones.
b) Contenidos: Ecuación de Laplace. Principio del máximo. Problema de Dirichlet. Función de Green y núcleo de Poisson.

19. Ecuaciones parabólicas.

a) Objetivos: Relacionar la conducción del calor a lo largo de una cuerda con las ecuaciones parabólicas. Conocer diversas técnicas de resolución.
b) Contenidos: Ecuaciones parabólicas. Ecuación del calor. Núcleo de Gauss. Principio del máximo.

20. Teoría de semigrupos.

a) Objetivos: Conocer los conceptos de semigrupo de operadores y generador infinitesimal. Determinar aquellos operadores que son generadores infinitesimales de un semigrupo. Conocer la relación de la teoría de semigrupos con la mecánica cuántica.
b) Contenidos: Semigrupos de operadores. Teorema de Hille-Yosida. Aplicaciones a las ecuaciones de evolución de tipo parabólico. Ecuación de ondas. Ecuación de Schrödinger

6.- Competencias a adquirir

Básicas/Generales.

- Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas importantes.

- Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada, y de otros ámbitos) distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.
- Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.

Específicas.

- Comprender la noción de solución de una ecuación en derivadas parciales.
- Calcular distintos tipos de soluciones.
- Clasificar ecuaciones lineales.
- Conocer las propiedades de las funciones armónicas.
- Aplicar las ecuaciones en derivadas parciales a problemas geométricos y físicos..

Profesionales

- Capacidad para aplicar la teoría a la práctica.
- Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas matemáticas.
- Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.
- Saber trabajar en equipo, aportando modelos matemáticos adaptados a las necesidades colectivas.
- Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.

Transversales.

Instrumentales:

- Capacidad de organizar y planificar.
- Identificación de problemas y planteamiento de estrategias de solución.
- Habilidades para recuperar y analizar información desde diferentes fuentes.

Interpersonales:

- Comunicación de conceptos abstractos.
- Argumentación racional.
- Capacidad de aprendizaje.
- Inquietud por la calidad.

Sistémicas:

- Creatividad.
- Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.
- Planificar y dirigir.

7.- Metodologías docentes

Consideraremos que cada crédito ECTS consta 25 horas de trabajo total del alumno. Teniendo en cuenta la formación que ya tienen los alumnos a los que se imparte esta asignatura, se espera de ellos participen activamente en ella, por lo que daremos una gran importancia al trabajo personal; asignaremos 10 horas lectivas a cada crédito ECTS. Dado que la asignatura tiene 4,5 créditos, resultan 45 horas lectivas, más 67,5 de trabajo personal de los alumnos. Éstas últimas se repartirán entre el estudio, la asistencia a las tutorías, la resolución de ejercicios y cuestiones propuestas por el profesor a lo largo del curso y la exposición de un trabajo final de la asignatura, en el que han de demostrar los conocimientos adquiridos y su grado de asimilación.
Podemos desglosar las actividades de aprendizaje como sigue:

- Clases de teoría: En la primera clase de cada tema el profesor hará un resumen del mismo, haciendo hincapié en los aspectos más importantes y en las dificultades que se pueden plantear durante su estudio. Expondrá a los alumnos el modo de abordarlo y propondrá una serie de cuestiones, tanto de índole teórica como práctica, para el trabajo personal de cada alumno. En las siguientes sesiones, el tema de estudio será expuesto por el profesor, con la eventual colaboración de los alumnos, a quienes se encargará la exposición de alguno de los puntos a tratar.
- Clases de problemas: En ellas los alumnos resolverán los problemas que les hayan sido propuestos, se expondrán dudas sobre los mismos y se pueden matizar diversos aspectos sobre su resolución.
- Seminarios: Podrán servir como tutorías en grupo. Los alumnos trabajarán sobre algún tema propuesto y comentarán con el profesor las cuestiones que surjan.
- Exposiciones y debates: Cada alumno hará una exposición de su trabajo de final de curso, con la posibilidad de que sus compañeros y el profesor soliciten las aclaraciones que estimen oportunas.
- Tutorías presenciales: Dado que los alumnos han de llevar el peso de la asignatura, mediante su trabajo personal, es muy importante que se les facilite el contacto con el profesor. De este modo pueden ir analizando sobre la marcha las dificultades que surjan, y se les puede orientar sobre la bibliografía más adecuada o el mejor modo de enfocar un tema o de resolver un problema. El profesor dedicará 3 horas semanales a las tutorías presenciales.
- Tutorías a través de internet: Con el fin de facilitar el seguimiento del curso a alumnos de fuera de Salamanca, el profesor podrá ser consultado también a través de internet (por ejemplo, mediante correo electrónico). Los alumnos podrían enviar versiones preliminares de sus trabajos para su supervisión también por este medio, fijando luego alguna entrevista presencial para discutir aquellos aspectos que así lo requieran.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	20		20	40

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Prácticas	- En aula	10		17,5	27,5
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		5			5
Exposiciones y debates		6			6
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
TOTAL		**45**		**67,5**	**112,5**

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Para el desarrollo de la asignatura se recomienda la bibliografía siguiente:

[1] Arnold, V. I.: Métodos matemáticos de la mecánica clásica. Paraninfo, 1983.
[2] Courant, R.; Hilbert, D.: Methods of mathematical phisics II. Wiley Classics, 1989.
[3] John, F.: Partial differential equations. Springer Verlag, 1978.
[4] Muñoz Díaz, J.: Ecuaciones diferenciales I. Ediciones Universidad de Salamanca, 1983.
[5] Petrovski, I. G.: Lectures on partial differential equations. Interscience Publ., 1957.
[6] Renardy, M.; Rogers, R. C.: An introduction to partial differential equations. Springer Verlag, 1992.

Las referencias [1] y [4] son útiles para entender la geometría subyacente a la teoría de las ecuaciones en derivadas parciales de primer orden; en [1] se enfoca el tema desde un punto de vista más relacionado con la física, mientras que en [4] se expone la geometría de los espacios en los que se desarrolla esta teoría, siguiendo la línea de Lie y Cartan. [2] es un libro clásico muy completo, con numerosas aplicaciones a la Física. En [3] y [5] se hace un tratamiento detallado del teorema de Cauchy-Kowalewski, los distintos tipos de ecuaciones de segundo orden y su resolución, así como su relación con diversos problemas de Física. En [6] se desarrollan diversas técnicas de Análisis Funcional, tales como la teoría espectral de operadores, la teoría de distribuciones y la teoría de semigrupos, y se aplican a las ecuaciones e derivadas parciales. La bibliografía recomendada en la asignatura Análisis Funcional es un buen complemento para la que citamos aquí.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.
Además de las clases presenciales y las tutorías, los recursos que usaremos serán: • Internet: Se usará para ponerse en contacto con el profesor, ver información actualizada de la asignatura (apuntes, problemas, calendario de tutorías, etc.) y para consultar recursos bibliográficos. Son particularmente útiles la base de datos "MathSciNet", archivo de preprints "ArXiv.org" y los recursos bibliográficos suscritos por la universidad, entre los cuales se encuentran muchas revistas científicas, accesibles desde la página web desde la Universidad de Salamanca. • Biblioteca Abrahan Zacut de la Universidad de Salamanca.

10.- Evaluación

Consideraciones Generales
Se evaluará el nivel adquirido por cada alumno así como el logro de los objetivos propuestos. Se exigirá una nota mínima en cada grupo de actividades a evaluar y en cada bloque del temario, evitando así el desconocimiento absoluto de alguna parte de la materia y la no realización de las actividades.
Criterios de evaluación
• Trabajos individuales, en equipo y exposiciones de trabajos. • Exámenes escritos
Instrumentos de evaluación
La evaluación constará de las tres partes siguientes: • Trabajo del alumno a lo largo del curso: exposición de temas, resolución de problemas, participación en clase y en las tutorías, etc. El peso de esta parte será de un 40% de la nota final. • Exposición de un trabajo final de curso, consistente en un tema propuesto por el profesor y desarrollado a partir de un libro o un artículo. Esta parte contabilizará un 30% de la nota final. • Examen de teoría y problemas, en el que se valorará el grado de asimilación de la asignatura por parte de los alumnos. Determinaremos así el 30% restante de la nota final.
Recomendaciones para la evaluación.
4. Ensayo previo de la exposición de los trabajos, para detectar las posibles deficiencias en el entendimiento de los conceptos, así como en la forma de expresión. 5. Una vez que el profesor entrega los trabajos corregidos, analizar los errores cometidos, tanto individualmente como acudiendo a las tutorías. • Resolver las dudas mediante el manejo de bibliografía, discusiones con los compañeros o acudiendo al profesor.
Recomendaciones para la recuperación.
3. Analizar los errores cometidos en los exámenes y en los trabajos (acudiendo para ello a la revisión). 4. Trabajar en su preparación con las mismas recomendaciones realizadas para la evaluación.

SUPERFICIES DE RIEMANN Y FUNCIONES THETA

1.- Datos de la Asignatura

Código	300325	Plan	2006	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Geometría y Topología				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Esteban Gómez González	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Planta Baja. Ed. Merced. M1322		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves de 12 a 14 h		
URL Web			
E-mail	esteban@usal.es	Teléfono	923 29 45 00 ext 1553

Profesor Coordinador	Francisco José Plaza Martín	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M-1320 Edificio de la Merced		
Horario de tutorías	L 13-14; M 13-14; J 12-14; V 12-14		
URL Web			
E-mail	fplaza@usal.es	Teléfono	923 29 45 00 ext 1553

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Materias Obligatorias
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Básica
Perfil profesional.
Investigador

3.- Recomendaciones previas

Ninguna

4.- Objetivos de la asignatura

Como objetivo general se introducirá al estudiante en el espacio de móduli de superficies de Riemann y la teoría de funciones theta. El estudio de ambos temas desde el punto de vista de la geometría algebraica es clave para uno de los objetivos finales del master, que consiste en que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos en esta asignatura en contextos multidisciplinares como es la Geometría Algebraica y la Teoría Cuántica de Campos.

Los objetivos de esta asignatura son los siguientes:

1. Adquirir las nociones básicas de la teoría de las superficies de Riemann y curvas algebraicas.
2. Manejar la teoría analítica y algebraica de variedades Jacobianas y de funciones theta.
3. Conocer el espacio de móduli de variedades abelianas y de superficies de Riemann.

5.- Contenidos

Para la consecución de estos objetivos, se desarrollará el siguiente programa de contenidos:

21. Superficies de Riemann compactas.

Definición y ejemplos. Propiedades topológicas: Homotopía, género y homología. Funciones holomorfas y meromorfas. Diferenciales e integración.

22. Curvas algebraicas

Variedades proyectivas. Definición de curva algebraica. Estructura analítica. Funciones algebraicas. Divisores. Divisor canónico y cohomología. Teorema de Riemann-Roch. Series lineales. Inmersiones proyectivas de curvas. Ejemplos.

23. Jacobianas.

Definición de toros complejos. Teorema de inmersión de Kodaira y condiciones de Riemann. Matriz de periodos. Construcción de la matriz de periodos de una superficie de Riemann. Jacobiana. Variedad de divisores. Morfismo de Abel. Móduli de fibrados de línea.

24. Funciones theta de Jacobianas.

Definición de la función theta asociada a una matriz de periodos. Funciones theta con características. Teorema de Riemann y problema de inversión de Jacobi. Fórmulas de adición y ecuación del calor.

25. Espacio de móduli de superficies de Riemann.

Semiespacio de Siegel. Móduli de variedades abelianas. Teorema de Torelli. Móduli de superficies de Riemann. Ejemplos. Otras construcciones del espacio de móduli de superficies de Riemann.

6.- Competencias a adquirir

Se deben relacionar las competencias que se describan con las competencias generales y específicas del título. Se recomienda codificar las competencias (CG xx1, CEyy2, CTzz2) para facilitar las referencias a ellas a lo largo de la guía.

Específicas.

- Conocer las propiedades topológicas y analíticas de las superficies de Riemann.
- Conocer los elementos fundamentales de las curvas algebraicas y su relación con las superficies de Riemann.
- Utilizar las condiciones para que un toro complejo sea algebraico y conocer el significado geométrico de la Jacobiana.
- Conocer las propiedades de las funciones theta y su relevancia en el estudio de la Jacobiana.
- Saber clasificar las superficies de Riemann a través de su Jacobiana y utilizar el espacio de móduli como espacio de clasificación de superficies de Riemann.

Básicas/Generales.

Las que aparecen en la memoria.

Transversales.

- Saber buscar información de forma autónoma.
- Explicar en público con claridad.
- Redactar con precisión y claridad contenidos científicos.

7.- Metodologías docentes

El aprendizaje se articulará en las siguientes actividades:

11. Clases presenciales. En estas clases se mostrarán a los32,5 estudiantes los conceptos y resultados fundamentales del programa. Se comentarán los puntos clave de las demostraciones cuyo desarrollo detallado será objeto de trabajos individuales que realizarán los estudiantes. Así mismo se plantearán y resolverán ejercicios que ayuden a la comprensión de la teoría.
12. Tutorías de supervisión. En estas se supervisará la realización del trabajo individual con el fin de informar al estudiante de su desarrollo y lograr una adecuada presentación de un trabajo en el seminario correspondiente. El objetivo de esta actividad es introducir al estudiante, de forma dirigida, en los hábitos de integración de conocimientos a partir de diferentes fuentes de información.
13. Seminarios. Cada estudiante presentará un trabajo individualizado al resto de los estudiantes en un seminario. El objetivo de esta actividad es comprobar que el estudiante es capaz de comunicar con claridad los conocimientos y los argumentos que los sustentan al resto de sus compañeros y al profesor.
14. Trabajos. En esta actividad no presencial el estudiante elaborará, bajo la supervisión del profesor, los trabajos individuales y colectivos propuestos por el profesor y que serán entregados al profesor con el propósito de que el estudiante consiga las habilidades que le permitan seguir estudiando e investigando de forma autónoma, así como trabajar en grupo.
15. Tutorías. Se programarán 3 horas de tutoría semanales para que el estudiante pueda resolver cuestiones y dudas que le puedan surgir en el proceso de aprendizaje. Estas tutorías son voluntarias.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		40		60	100
Prácticas	- En aula	15		10	25
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		5		5	10
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Otras actividades (detallar)				
Exámenes				
TOTAL	**60**		**90**	**150**

9.- Recursos

Libros de consulta para el estudiante

Para el desarrollo y consulta de los contenidos de la asignatura se recomienda la siguiente bibliografía. Destacamos los capítulos y secciones de cada libro que mejor se adaptan a los contenidos de la asignatura, sin que ello signifique que la lectura del resto del libro no sea interesante, especialmente las citas 1), 2) y 5).

1) Farkas, H. M.; Kra, I.: Riemann surfaces. Second edition. Graduate Texts in Mathematics, 71. Springer-Verlag, New York, 1992.
   a. Secciones III.4 y III.5 como referencia para el tema 2.
   b. Sección III.11 como referencia para el tema 3.
   c. Sección III.6 y Capítulo VI como referencia para el tema 4.
   d. Secciones IV.3 a IV.7 como referencia para el tema 5.
2) Griffiths, Phillip; Harris, Joseph: Principles of algebraic geometry. Wiley Classics Library. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1994.
   a. Secciones 1.4 y 2.6 como referencias para el tema 3.
   b. Sección 2.3 como referencia para gran parte del tema 2.
   c. Sección 2.7 como referencia para el tema 4.
3) Harris, Joe; Morrison, Ian: Moduli of curves. Graduate Texts in Mathematics, 187. Springer-Verlag, New York, 1998.
   a. Capítulo 2 como referencia del tema 5 y el capítulo 4 para su ampliación.
4) Miranda, Rick: Algebraic curves and Riemann surfaces. Graduate Studies in Mathematics, 5. American Mathematical Society, Providence, RI, 1995.
   a. Secciones I.1, II.1 y IV.3 para ampliación del tema 1.
   b. Capítulo VI para ampliación del tema 2.
   c. Capítulo VIII para ampliación del tema 3.
5) Schlichenmaier, Martin: An introduction to Riemann surfaces, algebraic curves and moduli spaces. Lecture Notes in Physics, 322. Springer-Verlag, Berlin, 1989.
   a. Capítulos 2 y 3 como referencia para el tema 1 y el capítulo 4 para su ampliación.

b. Capítulo 5 como referencia para el tema 3. c. Capítulo 7 como referencia para el tema 5.
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.
Se utilizarán los siguientes recursos: • Biblioteca “Abraham Zacut” de la Universidad de Salamanca. • Internet: En particular la base de datos “MathSciNet”, las revistas de acceso electrónico de la Universidad de Salamanca y el archivo de preprints “ArXiv.org”.

10.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.
Consideraciones Generales
La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado del estudiante, controlado periódicamente con diversos instrumentos de evaluación.
Criterios de evaluación
La evaluación valorará los siguientes aspectos: 1. Realización de los trabajos individuales y colectivos. Esta parte contabilizará un 60% de la nota final. 2. Exposición de un trabajo propuesto por el profesor. Esta segunda parte contabilizará un 40% de la nota final.
Instrumentos de evaluación
Los trabajos realizados por los estudiantes y las exposiciones orales realizadas
Recomendaciones para la evaluación.
Seguir las actividades programadas en el desarrollo de la materia.
Recomendaciones para la recuperación.
Se realizará un nuevo trabajo.

TEORÍA CLÁSICA DE CAMPOS

1.- Datos de la Asignatura

Código	300302	Plan	2006	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área					
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Eduardo Ruíz Carrero	Grupo / s	
Departamento	Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales		
Área	Didáctica de las Ciencias Experimentales		
Centro	E.U. de Magisterio		
Despacho	Edificio de Físicas, n.º 33		
Horario de tutorías	Lunes, martes, miércoles de 17 a 19		
URL Web			
E-mail	eruiz@usal.es	Teléfono	

2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Perfil profesional.

3.- Recomendaciones previas

Es conveniente que los alumnos hayan cursado asignaturas de Mecánica Teórica, Mecánica de Fluidos y Electromagnetismo, que son habituales en una licenciatura o grado en Físicas.

4.- Objetivos de la asignatura

Indíquense los resultados de aprendizaje que se pretenden alcanzar.
En esta asignatura se pretende dotar al alumno de un conjunto de conocimientos de Física y Matemáticas que son esenciales para comprender algunos temas clave del master. Nos referimos a la interacción gravitatoria por un lado, y a las interacciones fuertes y débiles entre partículas elementales por otro. En este sentido se quiere garantizar que el alumno conozca perfectamente la formulación lagrangiana de los sistemas dinámicos con infinitos grados de libertad y el papel que juegan las simetrías de la naturaleza en esta formulación. En concreto, cómo las simetrías asociadas generan, vía el teorema de Noether, las cantidades conservadas que después tiene un significado físico. En particular se estudiarán aquellos campos clásicos que después tienen una relevancia fundamental en la Teoría Cuántica: escalar, vectorial, tensorial y espinorial. Es necesario aclarar que los temas expuestos exigen conocimientos de ciertos aspectos matemáticos, como son la transformación de Fourier, la teoría de distribuciones y las ecuaciones en derivadas parciales, razón por la cual debe incluirse entre los objetivos el aprendizaje de estos temas en su forma netamente aplicada.

5.- Contenidos

Indíquense los contenidos preferiblemente estructurados en Teóricos y Prácticos. Se pueden distribuir en bloques, módulos, temas o unidades.

- Sistemas dinámicos con infinitos grados de libertad
    - c) Transición de un sistema discreto a otro continuo.
    - d) Sistemas dinámicos Lagrangianos. Medios continuos clásicos.
    - c) Lagrangianizaciones invariantes por un grupo de Lie.
    - 2. Teorema de Noether y cantidades conservadas.
    - 3. Caso del grupo de Poincaré.
    - 4. Campos complejos e invariancia gauge de primera especie. Carga y corriente.

- Campo escalar neutro
    - c) Ecuación de Klein–Gordon. Ondas planas.
    - 5. El Lagrangiano y las cantidades conservadas asociadas.
    - c) Elementos de la transformación de Fourier y de la teoría de distribuciones.
    - – Elementos de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.

- Soluciones invariantes Poincaré de la ecuación de Klein–Gordon. Propagadores.
- Problema de Cauchy. Campos “in” y “out”.

• Campo escalar cargado
  - Lagrangiano. Cantidades conservadas.
  - El spin isotópico.

• El campo electromagnético y el campo gravitatorio lineal
  - Ecuaciones de Maxwell.
  - Formalismo covariante. Campo vectorial.
  - Radiación libre. Ondas planas. Relaciones de cierre.
  - El lagrangiano y las cantidades conservadas.
  - Invariancia gauge.
  - Gravitación lineal. Campo tensorial.

• El campo de Dirac
  - La ecuación de Dirac.
  - Formalismo covariante. Campo espinorial.
  - Ondas planas. Relaciones de cierre.
  - Problema de Cauchy.
  - Invariancia relativista de la ecuación de Dirac.
  - El lagrangiano y las cantidades conservadas.

6.- Competencias a adquirir

Específicas.

- Conocer la formulación de los sistemas dinámicos con infinitos grados de libertad.
- Conocer el formalismo lagrangiano de las teorías de campos.
- Conocer y utilizar el teorema de Noether para obtener corrientes conservadas en teoría de campos.
- Conocer y manejar los principales campos clásicos: neutro, cargado, electromagnético, gravitatorio y de Dirac

Básicas/Generales.

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Describir las metodologías docente de enseñanza-aprendizaje que se van a utilizar, tomando como referencia el catálogo adjunto.
Se dedicarán 45 horas a las clases magistrales para exponer el contenido de la asignatura y al mismo tiempo se exigirá la entrega periódica de una serie de problemas resueltos, cuyos enunciados habrían sido entregados previamente. La resolución de estos problemas y el estudio de la teoría expuesta en clase implicará una dedicación importante por parte del alumno, de forma que se complemente el tiempo total exigido al alumno en esta asignatura. A todo ello hay que añadir un tiempo mínimo de tutoría personalizada que ayude a resolver las dudas tanto teóricas como de aplicación a los problemas.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		45		50	95
Prácticas	- En aula	15		70	85
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		**60**		**120**	**180**

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

- L. D. Landau and E. M. Lifshitz, The Classical Theory of Fields Pergamon, 1975.
- M. Carmeli, Classical Fields, Wiley & Sons, 1982.
- A. O. Barut, Electrodynamics and Classical Theory of Fields Macmillan, 1986.
- S. Coleman, Aspects of Symmetry Cambridge University Press, 1985.
- I.M. Benn, R.W. Tucker, An Introduction to Spinors and Geometry with Applications in Physics, Adam Hilger, New York, 1987.
- P. Lounesto, Clifford Algebras and Spinors (London Mathematical Society Lecture Note Series) Cambridge Universaity Press, 2001.
- E. Cartan, The Theory of Spinors Dover, 1966.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

10.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.

Consideraciones Generales

La evaluación se efectuará a través de tres caminos. Por un lado a partir de las hojas de problemas resueltos que deben entregar periódicamente los alumnos. En segundo lugar a partir de las conclusiones que saque el profesor sobre el aprovechamiento del alumno durante las tutorías personalizadas. Finalmente se realizará un examen final escrito donde se exigirá esencialmente resolver cuestiones prácticas que deriven directamente de lo tratado en las clases magistrales.

Criterios de evaluación

Instrumentos de evaluación

Recomendaciones para la evaluación.

Recomendaciones para la recuperación.

MÉTODOS MATEMÁTICOS: GEOMETRÍA

1.- Datos de la Asignatura

Código	300304	Plan		ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Geometría y Topología				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Pablo Miguel Chacón Martín	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Segunda Planta, Ed. Merced M3306		
Horario de tutorías	Lunes, jueves y viernes de 13 a 14, martes y miércoles de 16 a 17:30		
URL Web	http://matematicas.fis.usal.es/%7Epmchacon/		
E-mail	pmchacon@usal.es	Teléfono	923 294459

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Perfil profesional.

3.- Recomendaciones previas

Los alumnos deben haber cursado las asignaturas habituales de matemáticas de una licenciatura o grado en Físicas o Matemáticas: álgebra, cálculo infinitesimal, ecuaciones diferenciales, variable compleja, etc.

4.- Objetivos de la asignatura

Indíquense los resultados de aprendizaje que se pretenden alcanzar.
Se trata de una asignatura con la que se pretende dotar al alumno un conjunto de conocimientos matemáticos que son de importancia esencial para poder asimilar en profundidad los temas clave del master. Nos referimos a la interacción gravitatoria por un lado, y a las interacciones fuertes y débiles entre partículas elementales por otro, con su proyección en el estudio y análisis de la cosmología actual. En este sentido se quiere garantizar que el alumno conozca con soltura los elementos básicos de la geometría diferencial, la teoría de grupos de Lie y sus aplicaciones a las simetrías de la naturaleza, las conexiones infinitesimales sobre un fibrado principal y sus aplicaciones en teorías gauge, y finalmente los fundamentos de la geometría de subvariedades para poder comprender la teoría de branas. Todos estos temas serán tratados con profusión de ejemplos que ayuden más que nada a la utilización de lo aprendido en tanto que herramienta de trabajo.

5.- Contenidos

Indíquense los contenidos preferiblemente estructurados en Teóricos y Prácticos. Se pueden distribuir en bloques, módulos, temas o unidades.

- Repaso de Álgebra Exterior
  - e) El tensor de Kronecker
  - d) El espacio de las p–formas
  - 4. El producto exterior
  - 5. Expresión general de una p–forma
  - d) Producto interior
  - 6. Reducción de una forma cuadrática exterior
  - d) Diferencial exterior de un campo de p–formas. Lema de Poincaré
  - – Sistemas de Pfaff. Teorema de Frobenius
  - – Elementos de geometría simpléctica. Teorema de Darboux
  - – Formas con valores en un espacio vectorial

- Grupos de Lie
  - Noción de grupo de Lie y de acción de un grupo de Lie sobre una variedad.
  - Campos de vectores invariantes por la izquierda y por la derecha
  - Álgebra de Lie de un grupo de Lie. Constantes de estructura
  - Subgrupos uniparamétricos. Parámetros canónicos
  - Ecuaciones de estructura de Maurer–Cartan
  - Álgebra de Lie de los G.I. de una acción efectiva. Grupos uniparamétricos
  - Ecuaciones diferenciales de una acción efectiva. Construcción
  - Grupo de isotropía. Grupos transitivos e intransitivos. Variedades invariantes
  - Representaciones

- Geometría de subvariedades de un espacio de Riemann
  - Repaso de conexiones lineales
  - Repaso de variedades riemannianas
  - Normales a una subvariedad
  - Las ecuaciones de Gauss–Codazzi para una hipersuperficie
  - Curvaturas normales principales de una hipersuperficie
  - La segunda forma fundamental de una hipersuperficie
  - Las ecuaciones de Gauss–Codazzi para una subvariedad
  - La segunda forma fundamental de una subvariedad

- Conexiones sobre un fibrado principal
  - Fibrados diferenciables
  - Fibrados principales
  - Fibrados asociados a una variedad diferenciable
  - Definición de conexión infinitesimal sobre un fibrado principal
  - Secciones locales
  - Grupos de holonomía
  - Relación entre conexiones
  - Diferencial absoluta de una q–forma
  - Curvatura de una conexión infinitesimal

6.- Competencias a adquirir

Específicas.
- Conocer las propiedades básicas del claculo con formas diferenciales

- Concer las propiedades fundamentales de las álgebras de Lie y grupos de Lie - Conocer la geometría riemanniana, tanto intrínseca como extrínseca, de subvariedades - Conocer los elementos básicos de la teoría de fibrados principales
Básicas/Generales.

7.- Metodologías docentes

Describir las metodologías docente de enseñanza-aprendizaje que se van a utilizar, tomando como referencia el catálogo adjunto.
Se dedicarán 45 horas a las clases magistrales para exponer el contenido de la asignatura y al mismo tiempo se exigirá la entrega periódica de una serie de problemas resueltos, cuyos enunciados habrán sido entregados previamente. La resolución de estos problemas y el estudio de la teoría expuesta en clase implicará una dedicación importante por parte del alumno, de forma que se complemente el tiempo total exigido al alumno en esta asignatura. A todo ello hay que añadir un tiempo mínimo de tutoría personalizada que ayude a resolver las dudas tanto teóricas como de aplicación a los problemas.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		40		50	90
Prácticas	- En aula	16		62	78
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4		8	12
TOTAL	**60**		**120**	**180**

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

- A. Lichnerowicz, Théorie global de connexions et des groupes d'holonomie Rome, Cremonese, 1955.
- Y. Choquet-Bruhat, C. De Witt-Morette, M. Dillard-Bleick, Analysis, Manifolds and Physics, North Holland, 1977.
- E. Cartan, Riemannian Geometry in an Orthogonal Frame: From Lectures Delivered by Elie Cartan at the Sorbonne in 1926-27, World Scientific, Singapore, 2001.
- L. Eisenhart, Riemannian geometry, Princeton Landmarks in Geometry, Princeton University Press, Princeton, 1997.
- Pham Mau Quan, Introduction á la géométrie des variétés différentiables, Dunod París, 1969.
- M. Nakahara, Geometry, Topology and Physics, Graduate student series in Physics, IOP, London 2003.
- T. Frankel, The Geometry of Physics: An Introduction Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
- B.C. Hall, Lie Groups, Lie Algebras, and Representations Graduate Texts in Mathematics, Springer, 2004.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

10.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.

Consideraciones Generales

La evaluación se efectuará a través de tres caminos. Por un lado a partir de las hojas de problemas resueltos que deben entregar periódicamente los alumnos. En segundo lugar a partir de las conclusiones que saque el profesor sobre el aprovechamiento del alumno durante las tutorías personalizadas. Finalmente se realizará un examen final escrito donde se exigirá esencialmente resolver cuestiones prácticas que deriven directamente de lo tratado en las clases magistrales.

Criterios de evaluación
Instrumentos de evaluación
Recomendaciones para la evaluación.
Recomendaciones para la recuperación.

FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS DE LA TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS

1.- Datos de la Asignatura

Código	300317	Plan	2006	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área					
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Juan Mateos Guilarte	Grupo / s	
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	P2025		
Horario de tutorías	Lunes a Jueves de 17 a 18		
URL Web			
E-mail	guilarte@usal.es	Teléfono	1543

Profesor Coordinador	José María Muñoz Porras	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M1321		
Horario de tutorías	Lunes a Jueves de 17 a 18		
URL Web			
E-mail	jmp@usal.es	Teléfono	1553

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Perfil profesional.

3.- Recomendaciones previas

4.- Objetivos de la asignatura

Familiarizar a los alumnos con los aspectos matemáticos de la teoría cuántica de campos. La teoría cuántica de campos es una de las teorías físicas más importantes que requiere de técnicas y conceptos matemáticos altamente sofisticados. El objetivo del curso es poner a los alumnos en situación de estudiar con profundidad los temas tratados y de usarlos, no pretende un desarrollo completo de la teoría. Se valorará también la capacidad de leer y comprender temas relacionados con la asignatura y desarrollados en libros y artículos de investigación.

5.- Contenidos

Para la consecución de estos objetivos, se abordará el siguiente programa de objetivos específicos y contenidos:

26. Breve repaso de teoría clásica de campos.

a) Objetivos: Conocer la estructura de los sistemas Lagrangianos a estudiar antes de la cuantificación.
b) Contenidos: Lagrangianos, Ecuaciones de Euler-Lagrange, Simetrías y Corrientes, Campo Electromagnético, Teoría Clásica de Campos y Álgebra Homológica.

27. Integrales de Feynman sobre el Espacio de Caminos

a) Objetivos: Desarrollar la formulación de Feynman de la Mecánica Cuántica.
b) Contenidos: Integrales en Dimensión Finita, El Caso de Campos Libres, Funciones de Green para Campos Libres, El Caso de Campos en Interacción.

28. TCC en Dimensión Cero.

a) Objetivos: Estudiar el proceso de cuantificación en el caso mas simple posible: sistemas independientes del tiempo y homogéneos en el espacio.
b) Contenidos: Sumación de Borel, Otras Sumas de Gráficos, El Campo Clásico, La Acción Efectiva.

29. Distribuciones y Propagadores

a) Objetivos: Comprender la naturaleza matemática de los propagadores.
b) Contenidos: Propagadores Euclídeos, Propagadores Lorentzianos. Frentes de Onda y Producto de Distribuciones

30. TCC en Dimensiones Altas

a) Objetivos: Abordar el estudio de la Teoría Cuántica de Campos en toda su complejidad.
b) Contenidos: Prescripciones de renormalización, Renormalizaciones Finitas, Grupo de Renormalización, Productos de Distribuciones y Prescripciones de Renormalización.

6. Renormalización de Lagrangianos

a) Objetivos: Estudiar la trascripción de las prescripciones de renormalización en los campos y parámetros que participan en la lagrangiana.
b) Contenidos: Álgebras de Distribución, Acciones de Renormalización en el Espacio de Lagrangianos y Diagramas de Feynman, Órbitas de Dimensión Finita.

7. Fermiones

a) Objetivos: Introducir al alumno en el estudio de los campos fermiónicos.
b) Contenido: Álgebra de Clifford, Ecuación de Dirac, Integración de Berezin.

6.- Competencias a adquirir

Específicas.

Proporcionar al alumno una visión elemental de la Teoría Cuántica de Campos ,centrada principalmente en la Teoría Conforme de Campos. En la parte matemática el objetivo es que el alumno adquiera competencias en los temas relccionados con la parte física: móduli de Superficies de Riemann y de Variedades Abelianas, así como ciertos conocimientos de la teoría de Formas modulares.

Básicas/Generales.
Transversales.

7.- Metodologías docentes

Esta asignatura tiene 6 créditos ECTS. Se entiende que un crédito ECTS tiene unas 25 horas, de las que unas 10 son de actividades presenciales. Se dedican en consecuencia 60 horas a actividades presenciales y 90 horas para trabajo personal y actividades tutoriales.

El aprendizaje se articulará en las siguientes actividades:

16. Clases presenciales. En estas clases se mostrarán a los estudiantes los conceptos y resultados fundamentales del programa. Se comentarán los puntos clave de las demostraciones, cuyo desarrollo detallado será objeto de trabajos individuales que realizarán los estudiantes. Asimismo se plantearán y resolverán ejercicios que ayuden a la comprensión de la teoría.
17. Tutorías de supervisión. En estas se supervisará la realización del trabajo individual con el fin de informar al estudiante de su desarrollo y lograr una adecuada presentación de un trabajo en el seminario correspondiente. El objetivo de esta actividad es introducir al estudiante, de forma dirigida, en los hábitos de integración de conocimientos a partir de diferentes fuentes de información.
18. Seminarios. Cada estudiante presentará un trabajo individualizado al resto de los estudiantes en un seminario. El objetivo de esta actividad es comprobar que el estudiante es capaz de comunicar con claridad los conocimientos y los argumentos que los sustentan al resto de sus compañeros y al profesor.
19. Trabajos. En esta actividad no presencial el estudiante elaborará, bajo la supervisión del profesor, los trabajos individuales y colectivos propuestos por el profesor y que serán entregados al profesor con el propósito de que el estudiante consiga las habilidades que le permitan seguir estudiando e investigando de forma autónoma, así como trabajar en grupo.
20. Tutorías. Se programarán 3 horas de tutoría semanales para que el estudiante pueda resolver cuestiones y dudas que le puedan surgir en el proceso de aprendizaje. Estas tutorías son voluntarias.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	35		40	75

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Prácticas	- En aula	20		30	50
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		5		5	10
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		**60**		**90**	**150**

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Para el desarrollo de la asignatura se recomienda la siguiente bibliografía

1. Quantum Field Theory, Lectures by R. E. Borcherds, Universidad de Berkeley 2001

Esta será la principal fuente bibliográfica del Curso pues esta diseñado por el Medalla Field R. Borcherds para comprender la complejísima estructura matemática de la Teoría Cuántica de Campos.

2. *Quantum Field Theory*, L. Brown, Cambridge University Press 1992

Un libro donde la Teoría Cuántica de Campos se desarrolla desde el punto de vista de Cuantificación a la Feynman

3. *The Quantum Field Theory of Fields*, Volume I, S. Weinberg, Cambridge University Press 1995

La Referencia standard sobre el tema.

4. *Quantum Field Theory in a Nutshell*, A. Zee, Princeton University Press 2003

Un libro reciente lleno de ejemplos con una presentación nueva muy sugestiva de la Teoría Cuántica de Campos

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Se utilizarán los siguientes recursos:

• Biblioteca "Abraham Zacut" de la Universidad de Salamanca.
• Internet: En particular la base de datos "MathSciNet" y el archivo de preprints "ArXiv.org".

10.- Evaluación

Consideraciones Generales
La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado del estudiante, controlado periódicamente con diversos instrumentos de evaluación.
Criterios de evaluación
La evaluación tendrá dos partes. 3. Valoración del trabajo realizado por el alumno y su exposición. Esta parte contabilizará un 50% de la nota final. 4. Exposición de un tema de un libro o de un artículo propuesto por el profesor y relacionado con la asignatura. Esta segunda parte contabilizará un 50% de la nota final.
Instrumentos de evaluación
Trabajos y exposiciones de los estudiantes.
Recomendaciones para la evaluación.
Recomendaciones para la recuperación.

INTRODUCCIÓN A LOS PROBLEMAS DE MÓDULI

1.- Datos de la Asignatura

Código	300326	Plan	2006	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área					
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Ana Cristina López Martín	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M2320		
Horario de tutorías	Lunes, Martes y Miércoles de 16:00 a 18:00 horas		
URL Web	http://diarium.usal.es/anacris		
E-mail	anacris@usal.es	Teléfono	923 294456

Profesor Coordinador	Fernando Sancho de Salas	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M2319		
Horario de tutorías	Martes, Miércoles y Jueves de 17:00 a 19:00 horas		
URL Web			
E-mail	fsancho@usal.es	Teléfono	923 294456

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Perfil profesional.

3.- Recomendaciones previas

4.- Objetivos de la asignatura

Familiarizar a los alumnos con los problemas de móduli, especialmente de fibrados, su significación geométrica y su construcción. Ilustrar a los alumnos sobre objetos y técnicas relacionados (orbiflods o stacks) que se han utilizado recientemente en teoría de cuerdas. El objetivo del curso es poner a los alumnos en situación de estudiar con profundidad los temas tratados y de usarlos, no pretende un desarrollo completo de la teoría. Se valorará también la capacidad de leer y comprender temas relacionados con la asignatura y desarrollados en libros y artículos de investigación.

5.- Contenidos

Para la consecución de estos objetivos, se desarrollará el siguiente programa de objetivos específicos y contenidos:

31. Conexiones y estructuras holomorfas.

a) Objetivos: Conocer la equivalencia entre estructuras holomorfas y conexiones con curvatura de tipo (1,1) para fibrados con métrica hermítica.

b) Contenidos: Métricas hermíticas en fibrados complejos. Descomposición de Hodge. Operadores delta barra y estructuras complejas, resolución de Dolbeault Conexiones complejas, curvatura. Relación con las estructuras complejas.

32. Fibrados holomorfos

a) Objetivos: Estudiar las propiedades de los fibrados holomorfos**.**
b) Contenidos: Fibrados y haces homolorfos, Sucesiones exactas. Ejemplos.

33. Condiciones de Einstein-Hermite

a) Objetivos: Estudiar la condición de Einstein-Hermite y su significación geométrica. Relacionarla con la ecuación de anti-autodualidad que caracteriza los instantones.
b) Contenidos: Operador de Hodge. Condición de Einstein-Hermite. Ecuaciones de auto-dualidad. Relación con problemas de extremales.

34. Estabilidad algebraica. Equivalencia con las ecuaciones de Einstein-Hermite

a) Objetivos: Comprender la definición algebraica de estabilidad y conocer su relación con las ecuaciones de Einstein-Hermite
b) Contenidos: Haces estables y semiestables en sentido de Mumford. Relación entre la estabilidad algebraica y las ecuaciones de Einstein-Hermite. (no se estudiará la demostración completa de la equivalencia).

35. El problema de móduli. Ejemplos

a) Objetivos: Comprender los problemas de móduli como problemas de dotar de estructura (algebraica, holomorfa) a conjuntos dados por propiedades geométricas y describir algunos ejemplos. Conocer los conceptos de móduli fino y grosero y sus diferencias. Estudiar la construcción de espacios de móduli dados por condiciones abiertas y cerradas.
b) Contenidos: Espacios y sus puntos. Determinación de una variedad por sus puntos. Lugares geométricos. Reconocer la diferencia entre móduli fino y móduli grosero. Condiciones abiertas y cerradas, condición de haz. Ejemplos sencillos: fibrados vectoriales.

36. Espacios de móduli sencillos: Fibrados proyectivos, Grassmanianas y esquemas de Hilbert

a) Objetivos: Estudiar los fibrados proyectivos y las grassmanianas como espacios de móduli sencillos. Conocer la idea de la construcción de los esquemas de Hilbert y de los esquemas Quot.
b) Contenidos: Puntos de un fibrado proyectivo y de una Grassmaniana. Construcción de un recubrimiento abierto del moduli. Construcción del móduli. Relación con la construcción geométrico diferencial. Descripción de la construcción de los esquemas de Hilbert y Quot. Cálculos en algunos casos sencillos.

37. Cocientes por acción de grupos

a) Objetivos: Comprender los distintos tipos de cociente posibles por la acción de un grupo algebraico y su relación con el problema de móduli.

b) Contenidos: Acciones de un grupo. Estructuras algebraicas de los cocientes. Ejemplos sencillos, esquemas de Picard.

38. Espacios de móduli de fibrados

a) Objetivos: Comprender los problemas de existencia de los espacios de móduli de fibrados y de la necesidad de las condiciones de estabilidad. Móduli fino y grosero de fibrados.

b) Contenidos: Familias limitadas (definición). Descripción de la construcción del móduli. Enunciados de algunos resultados importantes sobre espacios de móduli.

39. Otros tipos de móduli con interés en teoría de cuerdas: Orbifolds y stacks

a) Objetivos: Conocer la existencia de espacios de móduli más generales usados en teoría de cuerdas, como orbifolds y stacks.

b) Contenidos: Descripción elemental de orbifold y de algunos tipos de stacks en relación con el problema de móduli. Stack cociente y variedad subyacente. Ejemplos sencillos.

6.- Competencias a adquirir

Se deben relacionar las competencias que se describan con las competencias generales y específicas del título. Se recomienda codificar las competencias (CG xx1, CEyy2, CTzz2) para facilitar las referencias a ellas a lo largo de la guía.

Específicas.

1. Manejar estructuras complejas.
2. Calcular fibrados a partir de sucesiones y calcular clases de Chern.
3. Reconocer problemas de móduli (especialmente de fibrados) y saber la utilidad de la existencia de espacios de móduli finos y groseros.
4. Manejar las nociones algebraicas de estabilidad y semiestabilidad y saber la utilidad que tiene su relación con las ecuaciones de Einstein-Hermite
5. Manejar acciones de grupos en esquemas algebraicos y operar en ejemplo sencillos y comprender los distintos cocientes por la acción de un grupo.

Básicas/Generales.

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Esta asignatura tiene 6 créditos ECTS. Se entiende que un crédito ECTS tiene unas 25 horas, de las que unas 7 son de actividades presenciales. Se dedican en consecuencia 42 horas a actividades presenciales y 108 horas para trabajo personal y actividades tutoriales. Dentro de las 108 horas de trabajo personal se cuentan

2. Tutorías de Supervisión En ellas, además de resolver cuestiones y dudas, se hará una supervisión del desarrollo del trabajo individual con el objetivo de lograr una adecuada presentación del trabajo en el seminario correspondiente.
3. Seminarios. Cada alumno presentará su trabajo individualizado al resto de los alumnos en un seminario. Esta actividad presencial supondrá un total de 12 horas.
4. Tutorías: Se programarán 2 horas de tutoría semanales en las que los alumnos que lo deseen podrán efectuar preguntas y consultas. Estas horas no se contabilizan en las 5 de las Tutorías de supervisión.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		20		34	
Prácticas	- En aula	8		30	
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		12			
Exposiciones y debates				8	
Tutorías		2			
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				16	
Otras actividades (detallar)					
Exámenes				20	
TOTAL		**42**		**108**	**150**

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno
Para el desarrollo de la asignatura se recomienda la siguiente bibliografía R. Hartshorne, *Algebraic geometry*, Graduate Texts in Mathematics, vol. 52, Springer-Verlag, New York, 1977. Es un libro introductorio de Geometría algebraica pero de nivel avanzado. En el curso es útil para consulta sobre todo de aspectos algebraicos de los problemas de móduli. D. Huybrechts, M. Lehn, *The geometry of moduli spaces of sheaves*, Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1997 Es un libro excelente sobre problemas de móduli, en particular sobre el móduli de fibrados y haces. Cubre los temas quinto a octavo. S. Kobayashi, *Differential geometry of complex vector bundles*, vol. 15 of Publications of the Mathematical Society of Japan, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1987. Kanô Memorial Lectures, 5 En este libro se explican los cuatro primeros temas, es un libro muy adecuado para los alumnos con alguna formación de Geometría diferencial o Análisis complejo.
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.
Se utilizarán los siguientes recursos: • Biblioteca “Abraham Zacut” de la Universidad de Salamanca. • Internet: En particular la base de datos “MathSciNet” y el archivo de preprints “ArXiv.org”.

10.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.
Consideraciones Generales
Criterios de evaluación
La evaluación tendrá dos partes. 5. Valoración del trabajo realizado por el alumno y su exposición. Esta parte contabilizará un 50% de la nota final. 6. Exposición de un tema de un libro o de un artículo propuesto por el profesor y relacionado con la asignatura. Esta segunda parte contabilizará un 30% de la nota final. 7. Realización de un examen para determinar el grado de cumplimiento de los objetivos por parte del alumno. Esta segunda parte contabilizará un 20% de la nota final.

Instrumentos de evaluación
Recomendaciones para la evaluación.
Recomendaciones para la recuperación.

MÉTODOS NUMÉRICOS

1.- Datos de la Asignatura

Código	300303	Plan	2006	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área					
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Luis Ferragut Canals	Grupo / s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	P2125		
Horario de tutorías	Martes, Miércoles y Jueves de 12 a 14		
URL Web			
E-mail	ferragut@usal.es	Teléfono	

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Perfil profesional.

3.- Recomendaciones previas

4.- Objetivos de la asignatura

Indíquense los resultados de aprendizaje que se pretenden alcanzar.
El objetivo del curso es presentar las bases, el análisis teórico, las técnicas de implantación sobre ordenador y análisis del error de los principales métodos para la resolución de ecuaciones en derivadas parciales, con especial énfasis en el método de elementos finitos y métodos en diferencias. En particular, asimilar en profundidad las propiedades de los métodos, su rango de aplicación y la precisión de los cálculos, así como la obtención de habilidades en la resolución de problemas prácticos.

5.- Contenidos

Indíquense los contenidos preferiblemente estructurados en Teóricos y Prácticos. Se pueden distribuir en bloques, módulos, temas o unidades.

- **Espacios de Sobolev y formulación débil de problemas elípticos**
- Objetivos: Recordar los principales elementos de la teoría de distribuciones. Definir los espacios de Sobolev y conocer sus propiedades. Realizar el análisis matemático de la formulación débil de problemas elípticos.
- Contenidos: Espacios de Sobolev. Lema de Lax-Milgram. Formulación débil de problemas elípticos. Existencia y unicidad de soluciones débiles.

- **El Método de Elementos Finitos en problemas elípticos**
- Objetivos: Formular la aproximación en el marco abstracto de problemas elípticos. Conocer la definición de Elemento Finito. Construir espacios de elementos finitos. Formular los problemas aproximados correspondientes. Analizar el error de interpolación en los espacios de Sobolev. Analizar el error de la aproximación en problemas elípticos y estudiar la convergencia.
- Contenidos: Aproximación en el marco abstracto. Lema de Céa. Espacios de Elementos Finitos. Teoría de la interpolación en espacios de Sobolev. Aproximación numérica de problemas elípticos. Análisis numérico del error y convergencia.

- **Programación de métodos.**
- Objetivos: Conocer los principales métodos para resolver grandes sistemas de ecuaciones lineales (métodos directos y métodos iterativos). Realizar un programa de ordenador para resolver problemas elípticos utilizando el M.E.F. Estimar el error de la solución aproximada y proponer técnicas de mejora de la misma.

- Contenidos: Programación del Método de Elementos Finitos. Técnicas de resolución de grandes sistemas de ecuaciones. Estimación a-posteriori del error y adaptabilidad.

- **Aproximación de problemas espectrales**
- Objetivos: Formular el problema general de valores y funciones propias asociado a un operador elíptico. Analizar las propiedades del operador asociado y aplicar la teoría espectral de operadores. Formular el correspondiente problema aproximado en dimensión finita y analizar el error estudiando los órdenes de convergencia de los valores propios y de los vectores propios.
- Contenidos: Formulación débil de problemas espectrales. Compacidad del operador asociado. Aplicación de la teoría espectral de operadores autoadjuntos compactos. Propiedades de los valores propios. Cociente de Rayleigh y caracterización de los valores propios. Aproximación variacional abstracta. Problema discreto y análisis numérico.

- **Aproximación numérica de problemas parabólicos**
- Objetivos: Plantear un problema parabólico en el marco abstracto y conocer el teorema de Lions-Tartar. Conocer ejemplos físicos y formular el correspondiente problema débil. Formular el problema aproximado y reducir el problema anterior a un sistema de de ecuaciones diferenciales ordinarias (E.D.O.) Analizar el error de semidiscretización. Conocer los principales métodos de resolución de E.D.O. aplicables a este caso y analizar la estabilidad de los mismos y la convergencia. Extender el programa de ordenador para resolver problemas parabólicos.
- Contenidos: Formulación abstracta de problemas parabólicos. Teorema de Lions-Tartar. Aproximación numérica y reducción a un sistema E.D.O. Error de semidiscretización y convergencia. Métodos de integración del sistema de E.D.O. resultante. Análisis numérico de la discretización total.

- **Aproximación numérica de problemas de convección-difusión.**
- Objetivos: Formular un problema general de convección-difusión en los casos estacionario y evolutivo. Comprender la limitación de los esquemas centrados en los casos de convección dominante. Conocer y analizar diversos métodos de estabilización en los casos estacionario y evolutivo.
- Contenidos: Problemas de convección-difusión. Caso estacionario y caso evolutivo. Capas límite. Inestabilidad de los esquemas centrados. Métodos de estabilización: Difusión artificial, estabilización mediante funciones burbuja, métodos de elementos finitos y características.

- **Leyes hiperbólicas de conservación no lineales**
- Objetivos: Plantear un problema modelo unidimensional y escalar (Ecuación de Burgers, del tráfico, etc.) . Conocer ejemplos de leyes de conservación hiperbólicas no lineales. Comprender la necesidad de la noción de solución débil. Caracterizar las soluciones débiles y deducir la condición de Rankine - Hugoniot. Calcular soluciones débiles en casos sencillos. Comprobar la no unicidad de soluciones. Comprender la noción de solución entrópica. Deducir la condición de entropía considerando la solución límite de un problema con viscosidad. Conocer el teorema de unicidad Kruzkov de la solución entrópica. Resolver el problema de Riemann en casos sencillos.

- Contenidos: Generalidades sobre las ecuaciones correspondientes a leyes de conservación. Un problema modelo unidimensional y escalar (ecuación de Burgers, del tráfico). Ejemplos de sistemas de ecuaciones correspondientes a leyes de conservación. Ecuaciones de la dinámica de gases. Soluciones débiles. Curvas características. Generación de discontinuidades. Noción de tiempo crítico. Formulación débil y noción de solución generalizada. Condición de Rankine-Hugoniot. Construcción de soluciones débiles.

- **Métodos en diferencias explícitos para la resolución de una ecuación escalar hiperbólica no lineal**
- Objetivos: Formular un esquema general de n puntos en diferencias explícito. Conocer la forma conservativa de un esquema y las propiedades de un esquema conservativo. Analizar el orden de un esquema general en diferencias explícito de n puntos. Caracterizar los esquemas de orden 2. Demostrar el teorema de Lax-Wendroff sobre la convergencia hacia la solución débil. Analizar la estabilidad para un esquema lineal de tres puntos y comprender la condición de Courant-Friedrics-Lewy. Comprender la noción de esquema monótono y esquemas TVD. Conocer los principales esquemas de tres puntos y sus propiedades. Programar dichos métodos y comprobar sus propiedades mediante la resolución de ejemplos.
- Contenidos: Esquema general en diferencias explícito. Esquemas conservativos. Consistencia y orden del esquema. Teorema de Lax-Wendroff. Estabilidad L2. Condición de Courant-Friedrics-Lewy. Ejemplos de esquemas de tres puntos. Esquemas monótonos y TVD. Esquemas de Lax-Friedrics, de Godunov. Modificaciones del esquema de Godunov.

6.- Competencias a adquirir

Se deben relacionar las competencias que se describan con las competencias generales y específicas del título. Se recomienda codificar las competencias (CG xx1, CEyy2, CTzz2) para facilitar las referencias a ellas a lo largo de la guía.

Específicas.

CE-2-1. Obtener la formulación débil de problemas de contorno y valor inicial asociados a E.D.P.
CE-2-2. Determinar las propiedades de existencia y unicidad de solución de problemas de E.D.P. y sus propiedades de continuidad.
CE-3-1 Formular y elegir la aproximación numérica adecuada en cada caso.
CE-3-2. Resolver mediante la utilización de programas informáticos problemas propios de la física, ingeniería e industria.
CE-4-1 Desarrollar pequeños programas informáticos o partes de un programa programa informático que implementan los métodos numéricos adecuados para la resolución de problemas específicos.

Transversales.

CT-1-1 Construir modelos matemáticos de problemas de la física, ingeniería e industria.
CT-1-2 Resolver numéricamente con las herramientas informáticas adecuadas interpretar los problemas e interpretar los resultados desde el punto de vista de la física e ingeniería.

7.- Metodologías docentes

Describir las metodologías docente de enseñanza-aprendizaje que se van a utilizar, tomando como referencia el catálogo adjunto. Esta asignatura tiene 6 créditos ECTS. Se entiende que un crédito ECTS tiene unas 25 horas, de las que aproximadamente 7 son de actividades presenciales. Se dedican en consecuencia 42 horas a actividades presenciales (20 horas de teoría, 11 de problemas y 11 de prácticas en laboratorio de informática) y 108 horas para trabajo personal y actividades tutoriales. Dentro de las 108 horas de trabajo personal se cuentan

- Tutorías de Supervisión: En ellas, además de resolver cuestiones y dudas, se hará una supervisión del desarrollo del trabajo individual (12 horas).
- Resolución de ejercicios propuestos (20 horas).
- Preparación por parte de los alumnos de temas seleccionados (10 horas).
- Seminarios: Cada alumno presentará el tema seleccionado al resto de los alumnos en un seminario (10horas).
- Trabajo personal sobre ordenador para la realización de programas de cálculo (30 horas)
- Resolución de un problema físico de carácter teórico-práctico (26 horas).

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		20		20	40
Prácticas	- En aula	11		30	41
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	11		44	55
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates				14	14
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		**42**		**108**	**150**

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

1. Raviart P.A., Thomas J.M. Introduction a l' analyse numérique des équations aux derivées partielles. Ed Masson, 1983.
2. Rabier P., Thomas, J.M. Introduction a l' analyse numérique des équations aux derivées partielles. Exercices. Ed Masson, 1985.
3. Ciarlet P.G. The Finite Element Method for Elliptic Problems. Ed North Holland, 1980.
4. Quarteroni A.,Sacco R., Saleri F. Numerical Mathematics. Ed Springer, 1991.
5. Godlewski E., Raviart P.A. Hyperbolic systems of conservation laws. Ed Ellipses, 1991.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Se utilizarán los siguientes recursos:
• Biblioteca "Abraham Zacut" de la Universidad de Salamanca.
• Laboratorio de informática y recursos de Software asociados.
• Internet: En particular la base de datos "MathSciNet" .

10.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.

Consideraciones Generales

Criterios de evaluación

La evaluación tendrá dos partes.
1. Valoración de la exposición de temas: 20% de la nota final.
2. Resolución de ejercicios propuestos: 25% de la nota final.
3. Valoración del trabajo personal sobre ordenador: 25% de la nota final.
4. Resolución de un problema físico: 30% de la nota final.

Instrumentos de evaluación

Recomendaciones para la evaluación.

Recomendaciones para la recuperación.

MÉTODOS DE GEOMETRÍA DIFERENCIAL EN TEORÍAS GAUGE

1.- Datos de la Asignatura

Código	300318	Plan	2006	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Geometría y Topología				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Carlos Tejero Prieto	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M0107		
Horario de tutorías	L, M, X, J: 13.:00 – 14:00, V: 12:00 – 14:00		
URL Web			
E-mail	carlost@usal.es	Teléfono	923 294456

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Perfil profesional.

3.- Recomendaciones previas

Haber seguido algún curso de geometría diferencial en variedades diferenciables

4.- Objetivos de la asignatura

Desarrollar los aspectos físicos y geométricos fundamentales de las teorías gauge. Presentar a los alumnos las teorías gauge como un ejemplo de teoría multidisciplinar que involucra en su estudio técnicas tanto de Teoría de Campos en Física así como Geometría Diferencial, Topología Algebraica y Análisis Funcional. Dar a los alumnos una panorámica de varias técnicas que son habitualmente actualizadas en esta rama de la Física-Matemática, de modo que puedan conocer la fructífera interacción entre Física y Matemáticas que se está llevando a cabo en las últimas décadas. El objetivo del curso es poner a los alumnos en situación de iniciar el estudio de temas más avanzados tales como los invariantes de Donaldson y Seiberg-Witten. Se valorará también la capacidad de leer y comprender temas relacionados con la asignatura y desarrollados en libros y artículos de investigación.

5.- Contenidos

Para la consecución de estos objetivos, se desarrollará el siguiente programa de objetivos específicos y contenidos:

40. Fundamentos geométricos de las teorías gauge.

a) Objetivos: Presentar las herramientas matemáticas que se utilizan en la descripción geométrica de los campos gauge.
b) Contenidos: Fibrados principales y vectoriales. Teoría de conexiones. Clases características de fibrados.

41. Fundamentos físicos de las teorías gauge.

a) Objetivos: Presentar las bases físicas de los campos gauge.
b) Contenidos: Campos electromagnéticos y ecuaciones de Maxwell. Campos de Yang-Mills.

42. Formulación geométrica de las teorías gauge.

a) Objetivos: Descripción de los campos gauge en términos de fibrados principales y conexiones.
b) Contenidos: Potenciales gauge y conexiones. Curvatura y la intensidad del campo gauge. Grupo gauge de un fibrado principal e invariancia gauge.

43. Aproximación lagrangiana a los campos de Yang-Mills.

a) Objetivos: Presentar los campos Yang-Mills como extremales de un problema variacional.
b) Contenidos: El lagrangiano de Yang-Mills. Ecuación de Euler-Lagrange. Caracterización de los extremales.

44. Campos materiales y fibrados vectoriales asociados.

a) Objetivos: Describir los campos materiales como secciones de fibrados vectoriales asociados a un fibrado principal. Conocer el principio de interacción mínima.

b) Contenidos: Fibrados vectoriales asociados. Interacción mínima y derivada covariante. Ecuaciones de interacción.

45. Geometría de los campos de Yang-Mills-Higgs.

a) Objetivos: Conocer las ideas geométricas en las que se basa el fenómeno de la reducción espontánea de la simetría.

b) Contenidos: Reducción del grupo estructural de un fibrado principal. Reducción espontanea de la simetría y campos de Higgs.

46. Instantones y sus espacios de Móduli.

a) Objetivos: Familiarizar al alumno con la construcción de los espacios de móduli de instantones.

b) Contenidos: Instantones como mínimos absolutos del funcional de Yang-Mills. Teoremas de existencia de Taubes. Espacio de móduli de instantones. Geometría y topología de los espacios de móduli.

6.- Competencias a adquirir

Específicas.

- Conocer la formulación geométrica de las teorías gauge.
- Conocer los aspectos fundamentales de la teoría de fibrados principales y fibrados vectoriales asociados.
- Conocer las diferentes definiciones de conexiones de un fibrado principal.
- Utilizar las conexiones principales para inducir derivadas covariantes en fibrados vectoriales asociados.
- Conocer la formulación variacional de las ecuaciones de Yang-Mills
- Conocer la descripción de los espacios de móduli de SU(2)-instantones en la esfera 4-dimensional.

Básicas/Generales.

Transversales.

7.- Metodologías docentes

Esta asignatura tiene 6 créditos ECTS. Se entiende que un crédito ECTS tiene unas 25 horas, de las que unas 10 son de actividades presenciales. Se dedican en consecuencia 60 horas a actividades presenciales y 90 horas para trabajo personal y actividades tutoriales.

El aprendizaje se articulará en las siguientes actividades:

21. Clases presenciales. En estas clases se mostrarán a los estudiantes los conceptos y resultados fundamentales del programa. Se comentarán los puntos clave de las demostraciones, cuyo desarrollo detallado será objeto de trabajos individuales que realizarán los estudiantes. Asimismo se plantearán y resolverán ejercicios que ayuden a la comprensión de la teoría.
22. Tutorías de supervisión. En estas se supervisará la realización del trabajo individual con el fin de informar al estudiante de su desarrollo y lograr una adecuada presentación de un trabajo en el seminario correspondiente. El objetivo de esta actividad es introducir al estudiante, de forma dirigida, en los hábitos de integración de conocimientos a partir de diferentes fuentes de información.
23. Seminarios. Cada estudiante presentará un trabajo individualizado al resto de los estudiantes en un seminario. El objetivo de esta actividad es comprobar que el estudiante es capaz de comunicar con claridad los conocimientos y los argumentos que los sustentan al resto de sus compañeros y al profesor.
24. Trabajos. En esta actividad no presencial el estudiante elaborará, bajo la supervisión del profesor, los trabajos individuales y colectivos propuestos por el profesor y que serán entregados al profesor con el propósito de que el estudiante consiga las habilidades que le permitan seguir estudiando e investigando de forma autónoma, así como trabajar en grupo.
25. Tutorías. Se programarán 3 horas de tutoría semanales para que el estudiante pueda resolver cuestiones y dudas que le puedan surgir en el proceso de aprendizaje. Estas tutorías son voluntarias.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		31		40	71
Prácticas	- En aula	20		30	50
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		5		5	10
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				7	7
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		8	12
TOTAL		**60**		**90**	**150**

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Para el desarrollo de la asignatura se recomienda la siguiente bibliografía

1. Bleecker, D.: Gauge theory and variational principles. Global Analysis Pure and Applied Series A, 1. Addison-Wesley Publishing Co., Reading, Mass., 1981.

COMENTARIO: Los capítulos 1, 2, y la sección 10.4 pueden usarse para el tema 1. Los capítulos 3, 4 y 7 son adecuados para los temas 4 y 5. Las secciones 10.3 y 10.4 serviran para completar los temas 6 y 7, respectivamente.

2. Donaldson, S. K.; Kronheimer, P. B.:The geometry of four-manifolds. Oxford Mathematical Monographs. Oxford Science Publications. The Clarendon Press, Oxford University Press, New York, 1990.

COMENTARIO: La teoría de conexiones que se expondrá en el tema 1 se cubre desde varios puntos de vista en el capítulo 2 de este libro. Los capítulos 3 y 4 pueden usarse para el estudio de los espacios de móduli de instantones que se desarrolla en el tema 7.

3. Kobayashi, S.; Nomizu, K.: Foundations of differential geometry. Vols I, II. Wiley-Interscience Publication. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1996.

COMENTARIO: El capítulo 2 del volumen I contiene un tratamiento completo de la teoria de conexiones, mientras que el capítulo 12 del volumen 2 trata en detalle la teoría de clases características. Ambos peden usarse para el primer tema.

4. Marathe, K. B.; Martucci, G.: The mathematical foundations of gauge theories. Studies in Mathematical Physics, 5. North-Holland Publishing Co., Amsterdam, 1992.

COMENTARIO: Los capítulos 2, 3 y 5 cubren los tópicos que se desarrollaran en el tema 1. El capítulo 6 y el 8 son adecuados para el tema 2. Los capítulos 7, 9 y 10 se usarán en los temas 5, 7 y 6, respectivamente.

5. Nash, C.: Differential topology and quantum field theory. Academic Press, Ltd., London, 1991.

COMENTARIO: Los capítulos 2, 4 y 8 se usaran como apoyo a la teoría de instantones y sus espacios de móduli que se desarrolla en el tema 7.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Se utilizarán los siguientes recursos:
• Biblioteca “Abraham Zacut” de la Universidad de Salamanca.
• Internet: En particular la base de datos “MathSciNet” y el archivo de preprints “ArXiv.org”.

10.- Evaluación

Consideraciones Generales

La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado del estudiante, controlado periódicamente con diversos instrumentos de evaluación.

Criterios de evaluación
La evaluación valorará los siguientes aspectos: 4. Valoración del trabajo realizado por el alumno durante el curso y su exposición. Esta parte contabilizará un 40% de la nota final. 5. Exposición de un tema de un libro o de un artículo propuesto por el profesor y relacionado con la asignatura. Esta segunda parte contabilizará un 20% de la nota final. 6. Realización de un examen para determinar el grado de cumplimiento de los objetivos por parte del alumno. Esta segunda parte contabilizará un 40% de la nota final.
Instrumentos de evaluación
Trabajos realizados por los estudiantes, exposiciones orales y un examen
Recomendaciones para la evaluación.
6. Ensayo previo de la exposición de los trabajos, para detectar las posibles deficiencias en el entendimiento de los conceptos, así como en la forma de expresión. 7. Una vez que el profesor entrega los trabajos corregidos, analizar los errores cometidos, tanto individualmente como acudiendo a las tutorías. 8. Resolver las dudas mediante el manejo de bibliografía, discusiones con los compañeros o acudiendo al profesor.
Recomendaciones para la recuperación.
5. Analizar los errores cometidos en los trabajos y examen (acudiendo para ello a la revisión tutorial). 6. Trabajar en su preparación con las mismas recomendaciones realizadas para la evaluación.

MÉTODOS MATEMÁTICOS EN MECÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS

1.- Datos de la Asignatura

Código	300320	Plan	2006	ECTS	4,5
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área					
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:				

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Manuela Chaves Tolosa	Grupo / s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Escuela Politécnica Superior de Ávila		
Despacho	112		
Horario de tutorías	6 horas semanales fijadas de acuerdo con los estudiantes		
URL Web			
E-mail	mchaves@usal.es	Teléfono	920353500 (3785)

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Asignatura optativa del Máster que se imparte en el segundo cuatrimestre del primer curso.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Asignatura optativa que se ofrece a matemáticos y físicos para ampliar su formación en Mecánica de Medios Continuos
Perfil profesional.

3.- Recomendaciones previas

Es conveniente que los estudiantes que se matriculen tengan los conocimientos inherentes a los grados en Matemática o Física.

4.- Objetivos de la asignatura

El objetivo del curso es presentar los principales modelos en el estudio de la mecánica de medios continuos, en particular de la elasticidad y de la mecánica de fluidos a partir de la simplificación de los sistemas de leyes de conservación. Se abordará el estudio de las propiedades más elementales de las soluciones de los principales modelos, la existencia y unicidad de solución, se presentarán los resultados conocidos sobre el comportamiento cualitativo de las soluciones y la construcción de las mismas. Finalmente, en función del perfil de los estudiantes, se considerarán algunos problemas de frontera libre y su modelización mediante inecuaciones.

5.- Contenidos

Para la consecución de estos objetivos, se desarrollará el siguiente programa de objetivos específicos y contenidos:

47. Cinemática de los medios continuos

a) Objetivos: Recordar las principales nociones sobre el movimiento de un medio continuo y sus deformaciones, así como la noción de derivada total.

b) Contenidos: Movimiento de un medio continuo. Estudio de deformaciones. Derivadas totales.

48. Leyes de conservación. Tensor de tensiones.

a) Objetivos: Recordar los preliminares matemáticos necesarios. Formular la ley de conservación de la masa. Estudiar matemáticamente una ley general de conservación y aplicarla para deducir la ley de conservación de la cantidad de movimiento. Definir el tensor de tensiones. Deducir la ley de conservación de la energía y establecer el primer principio de la termodinámica. Conocer el segundo principio de la termodinámica. Analizar una ley de conservación en presencia de una superficie de discontinuidad.

b) Contenidos: Preliminares matemáticos. Conservación de la masa. Ley general de conservación, conservación de la cantidad de movimiento y de la energía. Primer y segundo principio de la termodinámica. Discontinuidades.

49. Elasticidad

a) Objetivos: Definir el concepto de material elástico. Obtener las ecuaciones linealizadas para un medio elástico. Comprender el concepto de isotropía y establecer la ley de Hooke. Considerar diversas simplificaciones: deformaciones planas, deformación de una membrana, torsión de un árbol cilíndrico.

b) Contenidos: Ecuaciones de la elasticidad lineal. Ley de Hooke. Formulación variacional de la elasticidad. Casos simplificados y ejemplos.

50. Análisis matemático de las ecuaciones de la elasticidad.

a) Objetivos: Deducir una la formulación débil para el problema de la elasticidad lineal. Relacionarlo con un problema de optimización. Conocer la demostración de la desigualdad de Korn. Obtener las condiciones de elipticidad de la forma bilineal asociada. Demostrar la existencia y unicidad de solución para el problema de la elasticidad lineal con diversas condiciones de contorno. Considerar las aproximaciones planas del problema: Tensiones planas y deformaciones planas.

b) Contenidos: Formulación débil del problema de la elasticidad lineal (Principo de trabajos virtuales). Principio de mínima energía. Desigualdad de Korn. Existencia y unicidad de solución del problema de la elasticidad. Elasticidad plana, caso de tensiones planas y de deformaciones planas.

51. Fluidos

a) Objetivos: Definir la noción de fluido. Conocer la noción de tensor de velocidad de deformación. Establecer una ley general de comportamiento y considerar diversas simplificaciones. Deducir las ecuaciones de un fluido en reposo. Clasificar los fluidos por sus propiedades. Obtener las ecuaciones de Navier-Stokes. Conocer las propiedades de las soluciones de las ecuaciones de Navier-Stokes. Resolver diversos casos sencillos de derrames de un fluido: Derrame entre dos placas planas paralelas, derrame de Poiseuille, de Couette,etc. Considerar el caso de fluidos perfectos e incompresibles y calcular soluciones en casos sencillos.

b) Contenidos: Noción de fluido. Tensor de velocidad de deformación. Leyes de comportamiento. Ecuaciones de Navier-Stokes. Fluidos viscosos. Fluidos perfectos.

52. Análisis matemático de las ecuaciones de Stokes y Navier-Stokes.

a) Objetivos: Formular el problema de Stokes para un fluido viscoso incompresible en un marco variacional mixto velocidad-presión. Demostrar la existencia y unicidad de solución. Aproximar mediante penalización el problema anterior y mediante los algoritmos de Uzawa, lagrangiano aumentado o gradiente conjugado, bien adaptados a la resolución numérica. Analizar el problema de Navier-Stokes: Existencia y eventual unicidad de solución, casos estacionario y evolutivo. Conocer los problemas abiertos.

b) Contenidos: El problema de Stokes para un fluido viscoso incompresible. Formulación débil en velocidad-presión. Existencia y unicidad de solución. Problema penalizado. Problema de Navier-Stokes estacionario. Existencia de solución. Caso con unicidad. Problema evolutivo de Navier-Stokes. Existencia de solución. Problemas abiertos sobre la unicidad.

53. Inecuaciones en mecánica de los medios continuos.

a) Objetivos: Conocer los principales elementos de la teoría de las inecuaciones variacionales. Considerar diversos ejemplos en física y mecánica de medios continuos. Formular el problema y analizarlo: existencia y unicidad, existencia de multiplicadores, obtener formulaciones equivalentes. Comprender el carácter de problema de frontera libre, deducir las propiedades de la solución, calcular soluciones en casos sencillos.

b) Contenidos: Inecuaciones variacionales. Formulación variacional abstracta. Ejemplos físicos: Problemas de restricción unilateral, torsión elastoplástica, fluidos no newtonianos, flujo en medio poroso, problema de Stefan

6.- Competencias a adquirir

Específicas.
Conocer, comprender y saber aplicar los distintos conceptos y métodos inherentes a los principales modelos en el estudio de la mecánica de medios continuos, en particular de la elasticidad y de la mecánica de fluidos. Conocer y comprender las propiedades más elementales de las soluciones de los principales modelos, la existencia y unicidad de solución y los resultados conocidos sobre el comportamiento cualitativo de las soluciones y la construcción de las mismas.
Básicas/Generales.
Transversales.

7.- Metodologías docentes

Esta asignatura tiene 4,5 créditos ECTS. Se entiende que un crédito ECTS tiene unas 25 horas, de las que aproximadamente 10 son de actividades presenciales. Se dedican en consecuencia 45 horas a actividades presenciales y 67,5 horas para trabajo personal y actividades tutoriales.

El aprendizaje se articulará en las siguientes actividades:

1. Clase magistral.
2. Clases de problemas en los que se promueve el debate y la participación crítica del alumno.
3. Preparación y exposición de trabajos en los que se procura poner de manifiesto el interés de la asignatura en otras materias y en las aplicaciones.
4. Uso de paquetes informáticos como Matlab o Mathemática en la resolución de problemas.
5. Uso adecuado de las TIC, comunicación-información sobre la asignatura, búsqueda de información en Internet, etc.
6. Tutorías para consulta y seguimiento del alumno.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

(consultar apartado anterior)		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		15		20	35
Prácticas	- En aula	15		20	35
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		4		8	12
Tutorías		11			11
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				19,5	19,5
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		**45**		**67,5**	**112,5**

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno
Para el desarrollo de la asignatura se recomienda la siguiente bibliografía 1. Germain P., Muller P. Introduction a la mécanique des milieux continus. Ed Masson, 1980. 2. Duvaut G. Mécanique des milieux continus. Ed Masson, 1990. 3. Lions J.L. Quelques méthodes de résolution des problèmes aux limites non linéaires. ed. Dunod, 1969. 4. Duvaut G., Lions J.L. Les inéquations en mécanique et en physique. Ed Dunod, 1972. 5. Temam R. Navier-Stokes Equations. ed. North Holland, 1977.
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.
Se utilizarán los siguientes recursos:

• Biblioteca "Abraham Zacut" de la Universidad de Salamanca.
• Internet: En particular la base de datos "MathSciNet" .

10.- Evaluación

Consideraciones Generales
Las pruebas de evaluación están dirigidas a evaluar si se han adquirido las competencias descritas, y combinan: resolución de ejercicios propuestos, preparación y exposición de un tema (del curso o propuesto como ampliación) que incluirá el estudio completo de un problema físico.
Criterios de evaluación
8. Valoración de la exposición de temas: 20% de la nota final. 9. Resolución de ejercicios propuestos: 25 % de la nota final. 10. Valoración del trabajo personal: 25 % de la nota final. 11. Estudio completo de un problema físico: 30 % de la nota final.
Instrumentos de evaluación
Tareas entregadas y expuestas (ver los apartados anteriores).
Recomendaciones para la evaluación.
Seguimiento de las clases, participación en las mismas y en las tutorías de forma habitual para aclarar posibles dudas y realizar las tareas obligatorias y recomendadas.
Recomendaciones para la recuperación.
Se aconsejará de manera particular a cada alumno sobre el modo más apropiado de abordar la recuperación en su caso.

TRABAJO FIN DE MÁSTER

1.- Datos de la Asignatura

Código	**300327**	Plan	2006	ECTS	15
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Área	Álgebra, Análisis Matemático, Didáctica de las Ciencias Experimentales, Estadística, Geometría y Topología, Matemática Aplicada				
Departamento	Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual de la Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Todo el profesorado del máster	Grupo / s	
Departamento	Todos los participantes en el máster		
Área			
Centro			
Despacho			
Horario de tutorías	El mismo horario que los profesores tengan en sus asignaturas		
URL Web			
E-mail		Teléfono	

2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Materias Obligatorias
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Básica
Perfil profesional.
Investigador

3.- Recomendaciones previas

Se requiere tener aprobadas el resto de asignaturas del master.

4.- Objetivos de la asignatura

El trabajo consistirá en la elaboración tutorizada de un proyecto de investigación relacionado con los ámbitos de las materias objeto de estudio en este master.

5.- Contenidos

6.- Competencias a adquirir

Específicas.
- Saber obtener información de forma efectiva a partir de libros, revistas especializadas y otra documentación . - Ser capaz de hacer una síntesis de los resultados previos en un campo de investigación - Capacidad para comunicar por escrito y oralmente los resultados de investigación obtenidos
Básicas/Generales.
Transversales.

7.- Metodologías docentes

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales					
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL					

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

10.- Evaluación

Consideraciones Generales

Se seguirá el Reglamento de Trabajos de Fin de Grado y Fin de Máster de la Universidad de Salamanca (Aprobado por el Consejo de Gobierno de la Universidad de Salamanca en su sesión de 27 de Julio de 2010) así como las siguientes normas de estilo fijadas por la Comisión Académica del máster:

1) Los estudiantes deberán presentar en la Secretaría de Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas dos copias del TFM, una en papel y otra en soporte informático (CD, DVD o medio equivalente, realizada en formato pdf), conjuntamente con cualquier otro material o producto significativo utilizado o realizado en el TFM y cuanto se estime necesario por la Comisión para la evaluación del TFM. La Secretaría será la encargada de su custodia y archivo, contando para ello con las instalaciones del Servicio de Archivos y Bibliotecas.
2) Las copias en papel se entregarán numeradas, encuadernadas y firmadas tanto por el autor/a como por el tutor/a.
3) El Trabajo Fin de Master tendrá una extensión de al menos 30 páginas (15 hojas a doble cara) impresas a 12 puntos e interlineado sencillo, con la siguiente disposición y estructura:

1.- Cubierta o tapa: en la parte superior deberá figurar "Universidad de Salamanca. Instituto de Física Fundamental y Matemáticas. Master en Métodos Matemáticos Avanzados en Física" con el escudo de la Universidad arriba. En el centro, el título del trabajo. Al pie, el nombre del autor/a, nombre del tutor/a del trabajo y año de presentación del mismo.

2.- Primera página o portada: Los mismos datos que en la portada y donde se incluirán las firmas del autor/a del trabajo y del tutor/a.

3.- Índice de contenidos con los títulos de capítulos y apartados, con los números de las páginas correspondientes.

4.- Introducción: Se presentará una síntesis con los objetivos, estado de la cuestión, metodología y descripción de la estructura del trabajo.

5.- Desarrollo del cuerpo del trabajo, según el orden propuesto.

6.- Bibliografía. El listado de la bibliografía utilizada para la realización del trabajo seguirá el convenio del Mathematical Reviews:

Libros y monografías:

Donaldson, S. K.; Kronheimer, P. B. The geometry of four-manifolds. Oxford Mathematical Monographs. Oxford Science Publications. The Clarendon Press, Oxford University Press, New York, 1990.

Artículos en revistas:

Donaldson, S. K. Instantons and geometric invariant theory. Comm. Math. Phys. 93 (1984), no. 4, 453—460.

Artículos en actas de congresos:

Donaldson, S. K. Instantons in Yang-Mills theory. The interface of mathematics and

particle physics (Oxford, 1988), 59—75, Inst. Math. Appl. Conf. Ser. New Ser., 24, Oxford Univ. Press, New York, 1990.
Criterios de evaluación
La evaluación Consistirá en la defensa del TFM por los estudiantes de manera pública y presencial. El estudiante tendrá que exponer en un tiempo aproximado de 20 minutos el objeto, la metodología, el contenido, y las conclusiones de su TFM, contestando con posterioridad a las preguntas, comentarios y sugerencias que pudieran plantearle los miembros de la Comisión Evaluadora. Se tendrán en cuenta los siguientes criterios de evaluación: – Aplicación de los conocimientos y habilidades adquiridos en la titulación de forma acorde con los objetivos concretos de formación del máster. – Claridad en la presentación escrita y oral. – Adecuación a las normas de estilo fijadas por la Comisión Académica del máster.
Instrumentos de evaluación
Valoración por parte de la Comisión Evaluadora de Trabajos Fin de Máster del máster en “Métodos Matemáticos Avanzados en Física”
Recomendaciones para la evaluación.
Recomendaciones para la recuperación.