



Proyecto docente de la asignatura

Asignatura	Modelos integrables clásicos y cuánticos		
Materia	Matemáticas		
Módulo	Física Matemática		
Titulación	Máster en Física – Mención Física Matemática		
Plan	617	Código	54433
Periodo de impartición	Primer Cuatrimestre	Tipo/Carácter	OPTATIVA
Nivel/Ciclo	Máster	Curso	1
Créditos ECTS	3 ECTS		
Lengua en que se imparte	Español - Inglés		
Profesor/es responsable/s	M.A. del Olmo		
Departamento(s)	Física Teórica, Atómica y Óptica		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	marianoantonio.olmo@uva.es		

1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

Esta asignatura proporciona al alumno conocimientos prácticos sobre los sistemas integrables y superintegrables y sus aplicaciones en Física. En general, los sistemas integrables y superintegrables son de gran interés en muchos campos de Física Teórica. Aunque el alumno conoce ejemplos de sistemas integrables y superintegrables tales como el oscilador armónico y el problema de Kepler, no ha profundizado ni ha estudiado los desarrollos modernos en esta materia a lo largo del grado, por lo que esta asignatura es muy conveniente en un Máster de Física Matemática.

1.2 Relación con otras materias

Si nos ceñimos a las otras materias de este módulo, hay una relación muy estrecha con prácticamente todas las asignaturas especialmente con: Ecuaciones diferenciales avanzadas en Física, Grupos y álgebras de Lie en Física, Sistemas dinámicos y caos, Geometría del espacio-tiempo, etc.

1.3 Prerrequisitos

Es suficiente haber cursado las asignaturas de Métodos Matemáticos del grado de Física. En principio los requisitos son básicos y la asignatura está planteada de forma autocontenida.

2. Competencias

2.1 Generales

G1. Capacidad de aplicación de conocimientos adquiridos.



- G2. Capacidad crítica, de análisis y síntesis.
- G3. Capacidad de Comunicación.
- G4. Capacidad de aprendizaje autónomo.
- C5. Capacidad para establecer algoritmos para abordar problemas con soluciones múltiples.
- C6. Capacidad para optimizar recursos.
- C7. Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.
- C8. Conocimiento de los fundamentos físicos avanzados en los diferentes estados de la materia.
- C9. Conocimiento de los enfoques de interpretación de resultados físicos de sistemas complejos.
- C10. Conocimiento de las bases teóricas de estudio de la física.
- C11. Conocimiento de los sistemas físicos en la frontera del conocimiento.

2.2 Específicas

Conocer el concepto de sistema integrable y superintegrable tanto a nivel clásico como cuántico.
Comprender la conexión entre integrabilidad y simetría.
Entender el papel de los grupos de Lie y grupos cuánticos en los problemas de integrabilidad.
Conocer en profundidad algunos sistemas integrables paradigmáticos.
Saber aplicar las técnicas de integrabilidad en diversos problemas de interés físico.

3. Objetivos

- Entender el concepto de sistema integrable y superintegrable.
- Comprender la relación entre simetría e integrabilidad y superintegrabilidad.
- Entender los diferentes aspectos que conlleva la teoría y su relación con las ecuaciones diferenciales, la teoría de grupos y la mecánica clásica y cuántica.
- Conocer los ejemplos más interesantes en Física.

4. Contenidos

- Definición de sistema integrable y superintegrable.
- Métodos algebraicos en integrabilidad clásica.
- Teoría de campos integrables.
- La ecuación de Korteweg - de Vries
- El método del scattering inverso para la ecuación KdV
- Concepto de álgebra de Hopf y de grupo cuántico.
- Aplicaciones a sistemas integrables y superintegrables de interés en Física:
 - El oscilador armónico N-dimensional y el problema de Kepler-Coulomb.
 - Modelos en Óptica Cuántica y Materia Condensada: modelo de Dicke, cadenas de espines integrables.
 - Sistemas integrables sobre espacios curvos.
 - Integrabilidad de sistemas de tipo Lotka-Volterra.

Bibliografía básica

- O. Babelon, D. Bernard and M. Talon, Introduction to Classical Integrable Systems, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2003.
- L.D. Faddeev and L.A. Takhtajan, Hamiltonian Methods in the Theory of Solitons, Springer, Berlin, 1987.
- S. Novikov, S.V. Manakov, P. Pitaevskii and V.E. Zakharov, Theory of solitons. The inverse scattering method, Consultants Bureau, New York, 1984.
- A. M. Perelomov, Integrable Systems of Classical Mechanics and Lie Algebras, Birkhäuser, 1990.
- J.V. José, E.J. Saletan, Classical Dynamics, A Contemporary Approach, Cambridge Univ. Press, 1998.

A. Torrielli, Lectures on Classical Integrability, 2016, arXiv: 1606.02946v2.

Bibliografía complementaria

V.I. Arnold, Mathematical Methods on Classical Mechanics, Springer, New York, 1989.

D.J. Korteweg and G. de Vries, On the change of form of long waves advancing in a rectangular channel and on a new type of long stationary wave, *Philos. Mag.* **39** (1895) 422 – 443

M. Dunajski, Integrable Systems, Cambridge Univ., Lecture Notes, 2012

[<http://www.damtp.cam.ac.uk/user/md327/teaching.html>]

Alain Goriely, Integrability and nonintegrability of dynamical systems, World Scientific (2001).

Jaume Masoliver and Ana Ros, Integrability and chaos: the classical uncertainty, *Eur. J. Phys.* **32** 431 (2011).

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Las clases serán interactivas, en las que el estudiante realizará ejercicios. El punto de vista será práctico, por encima de los aspectos formalistas. Se plantearán al estudiante trabajos que influirán en la calificación.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	16	Estudio individual	34
Clases prácticas aula	8		17
Total presencial	24	Total no presencial	51

7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Ejercicios propuestos realizados en casa y en clase	40%	
Trabajos presentados en clase	30%	
Examen de cuestiones	30%	

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - Para aprobar en convocatoria ordinaria será suficiente obtener 5 puntos sobre 10
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Se podrá repetir si es necesario la presentación de un trabajo y el examen de cuestiones.

8. Consideraciones finales

En uso de la libertad de cátedra reconocida en la Constitución Española, ha de entenderse que, en función de los planteamientos académicos del profesor que imparta esta asignatura, alguno de los planteamientos generales aquí establecidos podrán variar por circunstancias sobrevenidas, lo cual, en su caso, se explicará a los alumnos matriculados y se hará constar en la información actualizada disponible en la Intranet de la Universidad de Valladolid.