

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Se debe indicar de forma fiel cómo va a ser desarrollada la docencia. Esta guía debe ser elaborada teniendo en cuenta a todos los profesores de la asignatura. Conocidos los espacios y profesorado disponible, se debe buscar la máxima presencialidad posible del estudiante siempre respetando las capacidades de los espacios asignados por el centro y justificando cualquier adaptación que se realice respecto a la memoria de verificación. Si la docencia de alguna asignatura fuese en parte online, deben respetarse los horarios tanto de clase como de tutorías). La planificación académica podrá sufrir modificaciones de acuerdo con la actualización de las condiciones sanitarias.

|  |   |                      |          |
|--|---|----------------------|----------|
| <b>Asignatura</b>                              | Grupos y álgebras de Lie en Física  |                      |          |
| <b>Materia</b>                                 | Matemáticas   |                      |          |
| <b>Módulo</b>                                  | Física Matemática   |                      |          |
| <b>Titulación</b>                              | Máster en Física – Especialidad Física Matemática                                 |                      |          |
| <b>Plan</b>                                    | 617   | <b>Código</b>        | 54427    |
| <b>Periodo de impartición</b>                  | Primer Cuatrimestre   | <b>Tipo/Carácter</b> | OPTATIVA |
| <b>Nivel/Ciclo</b>                             | Máster  | <b>Curso</b>         | 1        |
| <b>Créditos ECTS</b>                           | 3 ECTS  |                      |          |
| <b>Lengua en que se imparte</b>                | Español - inglés  |                      |          |
| <b>Profesor/es responsable/s</b>               | Javier Negro Vadillo  |                      |          |
| <b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b> | <a href="mailto:jnegro@fta.uva.es">jnegro@fta.uva.es</a> Tel.: 9833040 (Facultad) |                      |          |
| <b>Departamento</b>                            | Física Teórica, Atómica y Óptica  |                      |          |



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

Esta asignatura proporciona al alumno conocimientos prácticos sobre los grupos de Lie y sus aplicaciones en Física. En general, los grupos de Lie son muy importantes en casi todos los campos de la Física Teórica. Además, el alumno no ha tenido suficiente formación en este aspecto 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 en: Ecuaciones diferenciales, Geometría diferencial, Modelos integrables clásicos y cuánticos, Geometría del espacio-tiempo, Teoría de campos y partículas.

### 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 como métodos prácticos para hacer uso de los grupos de Lie.

## 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

Propiedades elementales de los grupos discretos y los grupos y álgebra de Lie.  
Entender la relación de los grupos de Lie con sus representaciones y cómo calcularlas.  
Manipular y conocer bien algunos grupos sencillos y sus representaciones:  $SO(3)$ ,  $SU(2)$ ,  $SO(2,1)$ ...  
Entender el papel de los grupos de Lie en las teorías del espacio-tiempo.  
Saber aplicar las técnicas de grupos de Lie en diversos problemas físicos.



### 3. Objetivos

Entender el concepto de grupo y álgebra de Lie.

Saber la relación de algebra y grupo de Lie mediante varios ejemplos de la Física:  $SO(2)$ ,  $SO(3)$ ,  $SU(2)$ .

Conocer los grupos de Lie de matrices y los más importantes en Física.

Saber aplicar las técnicas de grupos de Lie en diversos contextos de la Física: Ecuaciones diferenciales, Mecánica cuántica, Teoría de campos, Invariancia gauge.





#### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

##### Bloque 1: "Introducción a los grupos de Lie"

Carga de trabajo en créditos ECTS: 1

###### a. Contextualización y justificación

Se pretende dar una introducción a los grupos de Lie conectando con la experiencia de los estudiantes en los estudios de grado sobre los grupos de simetría.

###### b. Objetivos de aprendizaje

Entender con más precisión el concepto de grupo y el carácter discreto o continuo.

Conocer los grupos de Lie matriciales más frecuentes en Física.

Reconocer como parte de la teoría de grupos muchas propiedades ya conocidas.

###### c. Contenidos

Grupos discretos y representaciones

Grupos y álgebras de Lie

Los grupos de rotaciones,  $SO(2)$ ,  $SO(3)$  y  $SU(2)$ .

Otros grupos matriciales.

###### d. Métodos docentes

Las clases serán interactivas, en ellas el estudiante irá realizando ejercicios.

El punto de vista será de tipo práctico, por encima de los aspectos muy formalistas.

Se plantearán al estudiante diversos trabajos que influirán en la calificación.

###### e. Plan de trabajo

Seguirá el orden de los contenidos. Durará la primera semana (5 sesiones = 10 horas) de docencia.

###### f. Evaluación

Al final de este bloque se propondrá un trabajo para realizar en casa.

También se tendrá en cuenta la participación en las clases.

###### g. Material docente

*Esta sección será utilizada por la Biblioteca para etiquetar la bibliografía recomendada de la asignatura (curso) en la plataforma Leganto, integrada en el catálogo Almena y a la que tendrán acceso todos los profesores y estudiantes. Es fundamental que las referencias suministradas este curso estén actualizadas y sean completas. Los profesores tendrán acceso, en breve, a la plataforma Leganto para actualizar su bibliografía recomendada ("Listas de Lecturas") de forma que en futuras guías solamente tendrán que poner el enlace permanente a Leganto, el cual también se puede poner en el Campus Virtual.*



### **g.1 Bibliografía básica**

---

Notas del profesor

Group theory in Physics, Wu-Ki Tung, World Scientific 2003, ISBN 9971-966-56-5

### **g.2 Bibliografía complementaria**

---

### **g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)**

---

### **h. Recursos necesarios**

---

### **i. Temporalización**

---

| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|------------|--------------------------------|
| 1          | 8 horas, primera semana        |
|            |                                |
|            |                                |

## **Bloque 2: “Grupos del espacio-tiempo”**

---

Carga de trabajo en créditos ECTS: 1

### **a. Contextualización y justificación**

---

Este bloque tiene por objeto una introducción a los grupos relativistas y no relativistas del espacio-tiempo que son básicos en la Física Teórica.

### **b. Objetivos de aprendizaje**

---

Conocer los grupos Euclídeos, el grupo de Poincaré y de Galileo.

Conocer sus representaciones y cómo se calculan.

Entender las ecuaciones diferenciales correspondientes.

### **c. Contenidos**

---

Los grupos Euclídeo, Lorentz, Poincaré y Galileo.

### **d. Métodos docentes**

---

Las clases serán interactivas, en las que el estudiante realizará ejercicios.

El punto de vista será más práctico, por encima de los aspectos muy formalistas.

Se plantearán al estudiante diversos trabajos que influirán en la calificación.



### e. Plan de trabajo

Seguirá el orden de los contenidos. Durará la segunda semana (5 sesiones = 10 horas) de docencia.

### f. Evaluación

Al final de este bloque se propondrá un trabajo para realizar en casa.

También se tendrá en cuenta la participación en las clases.

### g Material docente

*Esta sección será utilizada por la Biblioteca para etiquetar la bibliografía recomendada de la asignatura (curso) en la plataforma Leganto, integrada en el catálogo Almena y a la que tendrán acceso todos los profesores y estudiantes. Es fundamental que las referencias suministradas este curso estén actualizadas y sean completas. Los profesores tendrán acceso, en breve, a la plataforma Leganto para actualizar su bibliografía recomendada ("Listas de Lecturas") de forma que en futuras guías solamente tendrán que poner el enlace permanente a Leganto, el cual también se puede poner en el Campus Virtual.*

#### g.1 Bibliografía básica

Notas del profesor

Group theory in Physics, Wu-Ki Tung, World Scientific 2003, ISBN 9971-966-56-5

#### g.2 Bibliografía complementaria

#### g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

### h. Recursos necesarios

### i. Temporalización

| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|------------|--------------------------------|
| 1          | 8 horas, segunda semana        |
|            |                                |
|            |                                |

## Bloque 3: "Aplicaciones de los grupos de Lie"

Carga de trabajo en créditos ECTS:

### a. Contextualización y justificación

Se muestra la potencia de los grupos de Lie en algunas aplicaciones en varios campos: Mecánica cuántica, Partículas elementales, Ecuaciones diferenciales.

Servirán para mostrar la utilidad e interés del estudio de grupos de Lie.

### b. Objetivos de aprendizaje



- Reconocer la importancia de los grupos de Lie mediante varias aplicaciones.
- Saber aplicar los grupos en el contexto de la Mecánica Cuántica.
- Conocer la relación entre álgebras de Lie y partículas elementales.
- Saber cómo aplicar los grupos para resolver ecuaciones diferenciales.

### **c. Contenidos**

---

- Aplicaciones en Mecánica Cuántica.
- SU(3) y partículas elementales.
- Aplicaciones en ecuaciones diferenciales.

### **d. Métodos docentes**

---

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

### **e. Plan de trabajo**

---

- Seguirá el orden de los contenidos. Durará la tercera semana (5 sesiones = 10 horas) de docencia.

### **f. Evaluación**

---

- Al final de este bloque se propondrá un trabajo para realizar en casa.
- También se tendrá en cuenta la participación en las clases.

### **g Material docente**

---

*Esta sección será utilizada por la Biblioteca para etiquetar la bibliografía recomendada de la asignatura (curso) en la plataforma Leganto, integrada en el catálogo Almena y a la que tendrán acceso todos los profesores y estudiantes. Es fundamental que las referencias suministradas este curso estén actualizadas y sean completas. Los profesores tendrán acceso, en breve, a la plataforma Leganto para actualizar su bibliografía recomendada ("Listas de Lecturas") de forma que en futuras guías solamente tendrán que poner el enlace permanente a Leganto, el cual también se puede poner en el Campus Virtual.*

#### **g.1 Bibliografía básica**

---

- Notas del profesor
- Group theory in Physics, Wu-Ki Tung, World Scientific 2003, ISBN 9971-966-56-5

#### **g.2 Bibliografía complementaria**

---

#### **g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)**

---

### **h. Recursos necesarios**

---



### i. Temporalización

| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|------------|--------------------------------|
| 1          | 6 horas, tercera semana        |
|            |                                |
|            |                                |

*Añada tantas páginas como bloques temáticos considere realizar.*

### 5. Métodos docentes y principios metodológicos

Las clases serán interactivas, en las que el estudiante realizará ejercicios.

El punto de vista será más práctico, por encima de los aspectos muy formalistas.

Se plantearán al estudiante diversos trabajos que influirán en la calificación.



## 6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

| ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(1)</sup> | HORAS     | ACTIVIDADES NO PRESENCIALES | HORAS     |
|--|-----------|-----------------------------|-----------|
| Clases teóricas  | 14        | Estudio individual          | 36        |
| Clases prácticas aula  | 8         |                             | 17        |
|  |           |                             |           |
|  |           |                             |           |
|  |           |                             |           |
|  |           |                             |           |
| Total presencial   | <b>22</b> | Total no presencial         | <b>53</b> |
| TOTAL presencial + no presencial                                   |           |                             | <b>75</b> |

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor para otro grupo presente en el aula.

## 7. Sistema y características de la evaluación

Una parte de la evaluación consistirá en la participación y actividad de los alumnos en clase. El peso dependerá del nivel de actividad y de la evolución de las clases. Otra parte consistirá en un trabajo a realizar bajo ciertas condiciones, incluyendo la exposición a todo el grupo.

| INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO                           | PESO EN LA NOTA FINAL | OBSERVACIONES |
|---|-----------------------|---------------|
| Ejercicios propuestos realizados en casa y en clase | 40%                   |               |
| Trabajo final                                       | 60%                   |               |
|   |                       |               |

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
  - Para aprobar en convocatoria ordinaria será suficiente obtener 5 puntos sobre 10. Se valorará la actitud y participación en las clases.
- **Convocatoria extraordinaria:**
  - Se podrá realizar si es necesario la presentación del trabajo en el examen final. La nota obtenida será la nota total, sin tener en cuenta las notas parciales del curso.

## 8. Consideraciones finales

