

Titulación	Tipo	Curso
Física	OP	3

Profesor/a de contacto

Nombre : Pere Masjuan Queralt

Correo electrónico : pere.masjuan@uab.cat

Equipo docente

Pere Masjuan Queralt

Idiomas de los grupos

Puede consultar esta información al [final](#) del documento.

Prerrequisitos

Se recomienda haber cursado las siguientes asignaturas:

Cálculo en una variable

Cálculo en más de una variable

Ecuaciones diferenciales

Objetivos

En esta asignatura se introducen algunos conceptos matemáticos básicos necesarios en la física en general, y en la física / mecánica cuántica y teorías de campos, en particular. Se pretende que el estudiante alcance la comprensión de los conceptos de espacio de Hilbert, operadores, distribuciones y, especialmente, grupos. Se quiere dar una visión integradora de conceptos que aparecen en diferentes campos en la física. Asimismo, el estudiante deberá adquirir la capacidad de aplicar con agilidad las herramientas del cálculo a diferentes tipos de problemas.

Resultados de aprendizaje

1. Comunicar eficazmente información compleja de forma clara y concisa, ya sea oralmente, por escrito o mediante TIC, y en presencia de público, tanto a audiencias especializadas como generales.
2. Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar

argumentos lógicos.

3. Determinar el grupo de simetría (exacto o aproximado) asociado a un sistema físico.
4. Determinar el efecto sobre los observables de una transformación de simetría.
5. Identificar los grupos de simetría asociados a las leyes de la física.
6. Determinar la representación que caracteriza un sistema físico concreto.
7. Determinar los observables que caracterizan una representación.
8. Relacionar las simetrías de la naturaleza con el grupo de simetría (exacto o aproximado) apropiado.
9. Identificar los grupos de simetría, así como sus representaciones, asociados a la física atómica, de partículas, y cristalografía.
10. Identificar los grupos de simetría asociados a las teorías de las interacciones fundamentales.
11. Clasificar las representaciones de los grupos más sencillos.
12. Relacionar los grupos continuos con las álgebras de Lie asociadas.
13. Obtener las representaciones de grupos de simetría sencillos.
14. Utilizar el cálculo tensorial.
15. Trabajar autónomamente, usar la propia iniciativa, ser capaz de organizarse para alcanzar unos resultados, planear y ejecutar un proyecto.
16. Identificar situaciones que necesitan un cambio o mejora.
17. Explicar el codi deontològic, explícit o implícit, de l'àmbit de coneixement propi.
18. Identificar las implicaciones sociales, económicas y medioambientales de las actividades académico-profesionales del ámbito de conocimiento propio.

Contenidos

En esta asignatura se propone un cambio de paradigma en el aprendizaje universitario. En vez de teoría → ejercicios → examen, que implica memorizar cómo resolver problemas resueltos, usaremos problema de investigación → necesidad de una herramienta matemática → construcción colectiva del conocimiento → formalización → retorno a la investigación. Este cambio es profundo porque presenta las matemáticas no como un conjunto de contenidos a memorizar, sino como un lenguaje que se desarrolla para dar respuesta a preguntas de la física. Esta idea, además de estar alineada con el aprendizaje por indagación y con las prácticas de Building Thinking Classrooms de Peter Liljedahl, es también una forma muy fiel de acercarse a cómo trabajan realmente los físicos y los matemáticos en la investigación.

5 estudiantes de doctorado presentarán un problema abierto de investigación que enmarcan en el contexto de la asignatura. En el aula, intentaremos aportar ideas para que estos estudiantes puedan continuar su investigación, sin buscar una solución pero sí haciendo propuestas realistas y enmarcadas en el siguiente programa. Cada uno de los doctorandos se ocupará de uno de los temas. La evaluación seguirá también el esquema Thinking Assessment.

PROGRAMA

1. Espacios de Hilbert.

1.1 Espacios prehilbertiano.

2.2 Espacios de Hilbert.

2. Operadores.

2.1 Operadores lineales.

2.2 Valores / vectores propios.

3. Distribuciones.

4. Introducción a teoría de grupos.

4.1 Definición y motivación (simetrías)

4.2 Ejemplos: $SO(3)$, $SU(2)$, $SU(N)$ (relación con operadores unitarios).

4.3 Álgebra de Lie (generadores del grupos continuos)

4.4 $su(N)$ (relación con operadores autoadjuntos) y relación de $su(2)$ con $su(3)$

5. Representaciones

6. Métodos tensoriales*

(*Si no da tiempo, propondremos una clase extra, fuera de horario y voluntaria, de 2h)

Actividades formativas y Metodología

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Entrega selectiva de problemas	11	0,44	
Resolución de problemas individualmente y en grupo	28	1,12	
estudio de los elementos teóricos fundamentales	37	1,48	
Clases magistrales: el profesor expondrá los conceptos y razonamientos básicos de cada tema, usandose de ejemplos.	7	0,28	

Clases de problemas: Entre una colección de problemas abiertos, el grupo clase los resuelve colectivamente y extraemos las conclusiones que construyen los conocimientos de la asignatura.	34	1,36
--	----	------

Esta asignatura desarrolla herramientas de lenguaje y cálculo matemáticos básicas para asignaturas de Física avanzada. El trabajo personal del estudiante es fundamental para conseguir los conocimientos y destrezas pertinentes. Por este motivo, en esta asignatura las sesiones de clase presencial se basarán en el proyecto de innovación docente "Del Club al Aula", y que se basan en el método de Thinking Classrooms.

El proyecto "Del Club al Aula" propone, pues, transferir las dinámicas típicas del Club de Física al aula dentro de la asignatura Métodos Matemáticos Avanzados del plan viejo del Grado de Física,

convirtiendo los temas del curso en preguntas abiertas relacionadas con problemas reales de investigación doctoral. De esta forma, los conceptos matemáticos aparecen como herramientas para abordar

cuestiones científicas actuales.

Los objetivos del proyecto son:

1. Incrementar la participación activa de los estudiantes en el aula mediante sesiones de trabajo colaborativo basadas en preguntas abiertas de investigación.
2. Reducir el absentismo en la asignatura mediante un modelo de seminario participativo que requiera la implicación directa de los estudiantes durante las sesiones.
3. Mejorar la comprensión conceptual de los métodos matemáticos utilizados en física teórica, conectándolos con problemas reales de investigación.
4. Fomentar el pensamiento crítico y la discusión científica mediante actividades de resolución colaborativa de problemas.
5. Integrar estudiantes de doctorado en el proceso docente, generando interacción entre diferentes niveles de formación en la comunidad académica.
6. Evaluar el impacto pedagógico de la metodología mediante un estudio comparativo entre un grupo experimental y un grupo control.

La metodología del proyecto se basa en la organización de las sesiones como seminarios de trabajo colaborativo inspirados en las prácticas de Thinking Classrooms descritas por Peter Liljedahl en

Building Thinking Classrooms in Mathematics. Cada uno de los cinco temas de la asignatura se presentará como una pregunta abierta relacionada con la búsqueda de un estudiante de doctorado.

Las sesiones empezarán con una breve presentación del contexto científico del problema por parte del doctorando. Posteriormente, los estudiantes trabajarán en grupos pequeños formados aleatoriamente por

explorar posibles estrategias matemáticas. Las ideas se desarrollarán en superficies de trabajo visibles (pizarras o soporte digital) para facilitar la discusión entre grupos y la circulación de ideas

en el aula.

El profesor actuará como facilitador del proceso, introduciendo los conceptos matemáticos relevantes cuando sea necesario y conectando las ideas generadas con los contenidos formales de la asignatura

(que tendremos al alcance gracias al aula Moodle de la asignatura). Las sesiones finalizarán con una fase de

consolidación conceptual y una breve presentación de los resultados de los grupos.

En esta asignatura, se permite el uso de tecnologías de Inteligencia Artificial (IA) como parte integrante del desarrollo del trabajo, siempre que el resultado final refleje una contribución significativa del estudiante en el análisis y la reflexión personal. El estudiante deberá identificar claramente qué partes han sido generadas con esta tecnología, especificar las herramientas utilizadas e incluir una reflexión crítica sobre cómo éstas. transparencia del uso de la IA se considerará falta de honestidad académica y puede acarrear una penalización en la nota de la actividad, o sanciones mayores en casos de gravedad.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

Evaluación

Actividades de evaluación continuada

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Entrega de problemas	5%	0,25	0,01	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18
Exámen Parcial	45%	2,25	0,09	1, 2, 14, 15, 16, 17, 18
Exámen Final	50%	2,5	0,1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18
Exámen de recuperación	95%	3	0,12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

La evaluación de esta asignatura intenta emular el proceso creativo de la investigación y tendrá en cuenta las siguientes cinco dimensiones:

participación activa y sostenida;

calidad del razonamiento matemático;

capacidad de trabajar y discutir con otros;

comunicación científica oral y escrita;

capacidad de relacionar los contenidos del curso con un problema físico.

En esta asignatura no buscamos obtener buena nota porque "resolvemos el problema", sino porque aprendemos a pensar matemáticamente sobre un problema de investigación.

Seguiremos la siguiente pauta:

A) 20 % Participación activa en el aula

No es simplemente asistir. Se valora:

participación en las discusiones

implicación en el grupo

contribución de ideas

capacidad de escuchar y construir sobre las ideas de los demás

Se evalúa a diario. No participar en clase implica no tener esa puerta de la nota.

B) 15 % Cuaderno de trabajo (portfolio)

Cada estudiante mantiene un documento durante el semestre.

No es un resumen de teoría sino un documento en el que escribe

ideas que han aparecido,

conjeturas,

conexiones,

errores interesantes,

qué ha aprendido.

Se entrega el día del examen final.

C) 20 % Presentaciones orales

Cada estudiante (o pareja, o tripleta) presenta uno de los cinco problemas.

No explica teoría sino:

qué ha intentado,

por qué,

qué ha funcionado,

qué no.

D) 20% Informe matemático

Al final de cada tema (o dos temas) los grupos entregan 4-6 páginas en las que explican

el problema,

las ideas exploradas,

el marco matemático,

las limitaciones,

posibles líneas futuras.

Este documento es el que recibe el doctorando.

E) 25% Prueba individual de consolidación

La prueba final de la asignatura tendrá una duración de 3 horas y consistirá en una prueba escrita individual con consulta de apuntes en papel, diseñada para evaluar la consolidación de los conceptos trabajados durante el curso y la capacidad de utilizarlos de forma integrada.

A diferencia de un examen tradicional centrado en la reproducción de demostraciones o procedimientos, esta prueba planteará nuevas situaciones relacionadas con la física teórica que requerirán identificar, justificar y combinar las herramientas matemáticas estudiadas en la asignatura. Se valorará especialmente la calidad del razonamiento, la justificación de las decisiones tomadas, la capacidad de establecer conexiones entre distintos contenidos del curso y la claridad de la argumentación matemática.

La prueba se estructurará en tres partes:

Preguntas conceptuales orientadas a comprobar la comprensión de los conceptos fundamentales.

Un problema integrador, en el que habrá que analizar una situación nueva y proponer una estrategia matemática razonada para abordarla.

Una pregunta de síntesis, destinada a relacionar distintas herramientas matemáticas del curso y reflexionar sobre su papel en la formulación y resolución de problemas de física.

El objetivo de la prueba es evaluar la capacidad de pensar matemáticamente ante un problema, más que la memorización de resultados o demostraciones.

Evaluación Única

A) Examen Final (45% de la nota final): es un examen escrito, sin libros, individual, al final del semestre.

B) Examen Oral (55% de la nota final): es un examen individual, al final del semestre.

C) Examen de Recuperación Oral (100% de la nota final): es un examen oral, opcional, al final del semestre. Si la nota de A+B $> 3.5/10$, el estudiante podrá optar a este examen siempre y cuando se haya presentado a A+B. La nota de este examen sustituirá la nota de A+B (evaluación única) en todos los casos.

Ambas evaluaciones tendrán el examen final el mismo día. Idem por el examen de recuperación.

Bibliografía

Bibliografía básica.

P. Szekeres, *A course in Modern Mathematical Physics*.

Elvira Romera et al., *Métodos matemáticos: Problemas de espacios de Hilbert, operadores lineales y espectros*

G. Arfken, *Mathematical Methods for Physics*.

Bibliografía más avanzada y complementaria.

J.J. Sakurai, *Modern Quantum Mechanics*.

J.F. Cornwell, *Group theory in Physics*.

H. Georgi, *Lie Algebras in particle physics*.

L. Abellanas i A. Galindo, *Espais de Hilbert*.

S.K. Barbarian, *Introducció a l'espai de Hilbert*.

L. Schwartz, *Métodos Matemáticos para las ciencias físicas*.

Software

No usaremos software.

Grupos e idiomas de la asignatura

La información proporcionada es provisional hasta el 30 de noviembre. A partir de esta fecha, podrá consultar el idioma de cada grupo a través de este [enlace](#). Para acceder a la información, será necesario introducir el CÓDIGO de la asignatura

Tipo de docencia	Grupo	Idioma	Semestre	Turno
(TE) Teoría	1	Inglés	primer cuatrimestre	mañana-mixto
(PAUL) Prácticas de aula	1	Inglés	primer cuatrimestre	mañana-mixto