



Asignatura: Teoría Cuántica de Campos en Materia Condensada  
Código: 32676  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 4 ECTS

## ASIGNATURA / **COURSE TITLE**

Teoría Cuántica de Campos en Materia Condensada  
/**Quantum Field Theory in Condensed Matter**

### 1.1. **Código / Course number**

32676

### 1.2. **Materia / Content area**

Módulo de especialidad: Nanofísica / **Specialization module: Nanophysics**

### 1.3. **Tipo / Course type**

Formación optativa / **Elective subject**

### 1.4. **Nivel / Course level**

Máster / **Master**

### 1.5. **Curso/ Year**

1º / **1<sup>st</sup>**

### 1.6. **Semestre / Semester**

2º semestre / **2<sup>nd</sup> semester**

### 1.7. **Idioma / Language**

Spanish / **English**

### 1.8. **Requisitos previos / Prerequisites**

Para cursar esta asignatura es imprescindible poseer un buen conocimiento de Mecánica Cuántica, Física del Estado Sólido y Mecánica Estadística. También disponer de un nivel de inglés que permita al alumno leer bibliografía de consulta / **To follow this subject, a good background on Quantum Mechanics, Solid State Physics and**



Asignatura: Teoría Cuántica de Campos en Materia Condensada  
Código: 32676  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 4 ECTS

Statistical Mechanics is requested. Students must have a suitable level of English to read references in this language.

## 1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

La asistencia es obligatoria / **Attendance is mandatory**

## 1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

Coordinador / **Coordinator**: Jaime Merino Troncoso  
Departamento de Física Teórica de l Materia Condensada/ **Department of Theoretical Condensed Matter Physics**  
Facultad de Ciencias/ **Faculty of Science**  
Despacho 609- Módulo 05 / **Office 606- Module 05**  
Teléfono / **Phone**: +34914974905  
Correo electrónico/**Email**: jaime.merino@uam.es  
Página web/**Website**: [http:// dep.ftmc.uam.es](http://dep.ftmc.uam.es)  
Horario de atención al alumnado/**Office hours**: cita previa

Docente(s) / **Lecturer(s)**: Alfredo Levy Yeyati  
Departamento de / **Department of**: Física Teórica de la Materia Condensada  
Facultad / **Faculty** : Ciencias  
Despacho - Módulo / **Office - Module**: 05.401.4  
Teléfono / **Phone**: +34 91 497 6146  
Correo electrónico/**Email**: a.l.yeyati@uam.es  
Página web/**Website**: <http://www.uam.es/a.l.yeyati>  
Horario de atención al alumnado/**Office hours**: cita previa

## 1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

El objetivo de este curso es que los estudiantes adquieran conocimientos sobre las técnicas de la teoría cuántica de campos aplicada a problemas de muchos cuerpos en materia condensada./ **The aim of this course is that the students get basic notions on the techniques of quantum field theory for many body problems in condensed matter.**

A estos objetivos específicos relacionados con los contenidos temáticos de la asignatura se añaden, a través de la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas a lo largo del curso, los del desarrollo de competencias correspondientes al módulo de “Teoría Cuántica de Campos en



Asignatura: Teoría Cuántica de Campos en Materia Condensada  
 Código: 32676  
 Centro: Facultad de Ciencias  
 Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos  
 Nivel: Máster  
 Tipo: Optativa  
 Nº de créditos: 4 ECTS

**Materia Condensada” recogido en la Memoria de Verificación del Master Universitario en Física de la Materia Condensada y de los sistemas biológicos, como son:**

- Desarrollar destrezas teóricas en entornos nuevos y aplicarlos a contextos más amplios.
- Adquirir conocimientos teóricos avanzados para abordar los retos de vanguardia en Física de la Materia Condensada.
- La capacidad de analizar críticamente problemas difíciles identificando los conceptos relevantes y la capacidad de elegir las técnicas teóricas y aproximaciones adecuadas para su resolución.
- Manejar las principales fuentes de información científica, siendo capaces de buscar información relevante y actual en Teoría Cuántica de Campos en Materia Condensada.

que están recogidos en la Memoria de Verificación con los siguientes códigos: CG1, CG3, CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CE10, CE6, CE7, CE8, CE9.

## 1.12. Contenidos del programa / Course contents

### 1. Introducción a las integrales de camino.

Integral de camino de Feynman en mecánica cuántica. Integral funcional en teoría cuántica de campos. Propagador fermiónico y bosónico. Teoría de perturbaciones. Diagramas de Feynman y ecuación de Dyson.

### 2. Aplicaciones de la integral funcional.

El gas de electrones interactuantes en la aproximación RPA. Teoría del líquido de Fermi. Teoría de campo medio y rotura de simetría.

### 3. Criticalidad y el grupo de renormalización.

Transiciones de fase y criticalidad. Introducción al grupo de renormalización en teoría cuántica de campos. Aplicaciones sencillas.

### 4. El modelo de Hubbard y bosonización:

El modelo de Hubbard unidimensional con el grupo de renormalización. Bosonización. El líquido de Luttinger y separación spín-carga

### 5. Métodos diagramáticos en sistemas fuera del equilibrio.

El formalismo Keldysh. Expansión diagramática en sistemas interactuantes y no-interactuantes fuera del equilibrio. La representación triangular.

### 6. Aplicaciones a transporte electrónico.



Asignatura: Teoría Cuántica de Campos en Materia Condensada  
 Código: 32676  
 Centro: Facultad de Ciencias  
 Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos  
 Nivel: Máster  
 Tipo: Optativa  
 Nº de créditos: 4 ECTS

Aplicaciones a problemas de transporte electrónico en nanoestructuras. Transporte estacionario y transporte dependiente del tiempo. Análisis de fluctuaciones: full counting statistics.

7. Sistemas fuera del equilibrio con rotura de simetría. Sistemas superconductores. Representación de Nambu. La reflexión de Andreev, estados de Andreev y reflexiones de Andreev múltiples. Ideas básicas sobre superconductores topológicos.

8. Sistemas de electrones interactuantes fuera de equilibrio. Transporte en puntos cuánticos. Bloqueo de Coulomb y efecto Kondo.

### 1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

- J. W. Negele, and H. Orland, “Quantum Many-Particle Systems”, Frontiers in Physics (1997).
- A. Altland and B. Simons, “Condensed Matter Field Theory”, 2<sup>nd</sup> Edition, Cambridge (2010).
- P. Coleman, “Introduction to Many-Body Physics”, Cambridge (2015).
- A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov y I.E. Dzyaloshinski: “Methods of Quantum Field Theory in Statistical Physics” (Dover Books).
- A. M. Tselik: “Quantum Field Theory in Condensed Matter Physics” (Cambridge, 1996).
- A. Kamenev: “Field Theory of Non-Equilibrium Systems” (Cambridge 2011).
- H. Bruus, K. Flensberg, “Many-Body Quantum Theory in Condensed Matter Physics: An Introduction” (Oxford Graduate Texts 2004).

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

- Clase magistral en grupo (con pizarra) / [Standard group lectures \(with blackboard\)](#)
- Página web de la asignatura / [Course web page](#)
- Aprendizaje basado en problemas (trabajo personal y resolución conjunta en clase) / [Learning based on problems \(personal work and joint discussions at the classroom\)](#)
- Tutorías individuales a petición del alumno / [Personal tutorials after student request](#)



Asignatura: Teoría Cuántica de Campos en Materia Condensada  
 Código: 32676  
 Centro: Facultad de Ciencias  
 Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos  
 Nivel: Máster  
 Tipo: Optativa  
 Nº de créditos: 4 ECTS

### 3. Tiempo de trabajo del estudiante / **Student workload**

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas/prácticas	36	40%
	Presentaciones	4	
No presencial	Estudio semanal	32	60%
	Resolución de problemas planteados	28	
<b>Carga total de horas de trabajo</b>		<b>100</b>	

### 4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / **Evaluation procedures and weight of components in the final grade**

El 70% de la nota final estará basado en el trabajo del estudiante en la resolución de problemas, tomándose en cuenta su participación en clase. Estas pruebas evalúan las competencias del alumno en cuanto al conocimiento y comprensión de los contenidos de la asignatura, así como la competencia en la resolución de problemas identificando los principios físicos relevantes y detectando analogías que permiten aplicar soluciones conocidas a nuevos problemas. También son evaluadas competencias transversales relativas a la capacidad de síntesis, resolución de problemas, aprendizaje y trabajo autónomo, habilidades informáticas básicas e interés por la calidad.

El otro 30% se fijará en función del trabajo monográfico y su presentación oral.

Estas actividades evalúan las competencias del alumno en cuanto al conocimiento y comprensión de los contenidos de la asignatura detallados en las secciones 1.11 y 1.12 y los últimos avances en las especialidades actuales de la física, así como la



Asignatura: Teoría Cuántica de Campos en Materia Condensada  
 Código: 32676  
 Centro: Facultad de Ciencias  
 Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos  
 Nivel: Máster  
 Tipo: Optativa  
 Nº de créditos: 4 ECTS

capacidad de presentar resultados científicos propios o resultado de búsquedas bibliográficas. También son evaluadas competencias transversales relativas a la capacidad de análisis y síntesis, de comunicación, aprendizaje y trabajo autónomo, habilidades informáticas básicas y de búsqueda y gestión de información e interés por la calidad.

## 5. Cronograma\* / Course calendar

Semana aprox. Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
	TEMA 1 / Unit 1	6	9
	TEMA 2 / Unit 2	3	7
	TEMA 3 / Unit 3	5	9
	TEMA 4 / Unit 4	4	7
	TEMA 5 / Unit 5	5	9
	TEMA 6 / Unit 6	4	7
	TEMA 7 / Unit 7	5	9
	TEMA 8 / Unit 8	4	7

\*Este cronograma tiene carácter orientativo.