



Asignatura: FÍSICA DE BAJAS TEMPERATURAS: SUPERCONDUCTIVIDAD Y SUPERFLUIDEZ  
Código: 30595  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Master en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología  
Nivel: Máster  
Tipo: Asignatura obligatoria

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

FÍSICA DE BAJAS TEMPERATURAS: SUPERCONDUCTIVIDAD Y SUPERFLUIDEZ /  
LOW TEMPERATURE PHYSICS: SUPERCONDUCTIVITY AND SUPERFLUIDITY

### 1.1. Código / Course number

30595

### 1.2. Materia / Content area

Fundamentos de Física de la Materia Condensada / Fundamentals of Condensed  
Matter Physics

### 1.3. Tipo / Course type

Formación obligatoria / Compulsory subject

### 1.4. Nivel / Course level

Máster / Master (second cycle)

### 1.5. Curso / Year

1º / 1<sup>st</sup>

### 1.6. Semestre / Semester

1º trimestre / 1<sup>st</sup> trimester

### 1.7. Número de créditos / Credit allotment

4 créditos ECTS / 4 ECTS credits

### 1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Los correspondientes a la inscripción en el máster. Es recomendable haber cursado  
las asignaturas de Física del Estado Sólido, Termodinámica y Física Cuántica. /  
Background in Solid State Physics, Thermodynamics and Quantum Physics is  
requested.



Asignatura: FÍSICA DE BAJAS TEMPERATURAS: SUPERCONDUCTIVIDAD Y SUPERFLUIDEZ  
Código: 30595  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Master en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología  
Nivel: Máster  
Tipo: Asignatura obligatoria

## 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**

Docente(s) / [Lecturer\(s\) Hermann Suderow Rodriguez](#) (Coordinador)  
Departamento de Física de la Materia Condensada/ [Department of Condensed Matter Physics](#)  
Facultad de Ciencias/ [Faculty of Science](#)  
Despacho 515 Módulo 03/ [Office 515 Module 03](#)  
Teléfono / [Phone](#): +34 91 497 6197  
Correo electrónico/[Email](#): [hermann.suderow@uam.es](mailto:hermann.suderow@uam.es)  
Página web/[Website](#): [www.uam.es/hermann.suderow](http://www.uam.es/hermann.suderow)  
Horario de atención al alumnado/[Office hours](#): 9.00 - 10:30 h

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

Adquirir conocimientos sobre las propiedades de los sólidos cerca del cero absoluto y sobre los estados cuánticos macroscópicos, en particular el estado superfluido y el superconductor. Adquirir destrezas para trabajar en el campo, incluyendo la fenomenología y las aproximaciones teóricas básicas necesarias. [To acquire knowledge about the properties of solids close to absolute zero and about macroscopic quantum states, in particular superfluid and superconducting states. To acquire skills needed to work in the research field, including phenomenology and basic theories.](#)

## 1.12. Contenidos del programa / **Course contents**

### 1. Introducción

- Tercera Ley de la termodinámica y sus consecuencias.
- Enfriamiento y licuefacción de gases.

### 2. Sólidos a bajas temperaturas

- Propiedades térmicas. Cristales y vidrios.
- Gas de electrones: calor específico, conductividad eléctrica y térmica, superficie de Fermi.
- Propiedades magnéticas.

### 3. Helio superfluido

- El helio líquido.
- Condensación de Bose-Einstein y coherencia de fase.
- $^4\text{He}$  superfluido. Espectro de excitaciones. Propiedades termodinámicas. Rotones. Modelo de dos fluidos. Viscosidad. Propagación de ondas. Vórtices.
- Superfluidez en el  $^3\text{He}$ .



Asignatura: FÍSICA DE BAJAS TEMPERATURAS: SUPERCONDUCTIVIDAD Y SUPERFLUIDEZ  
Código: 30595  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Master en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología  
Nivel: Máster  
Tipo: Asignatura obligatoria

#### 4. Superconductividad

- Introducción: propiedades de los superconductores.
- Electrodinámica en los superconductores.
- Superconductores de tipo I y II.
- Efecto Josephson.
- Espectroscopía túnel.

#### 1. Introduction

- Third law of thermodynamics and its consequences.
- Cooling and liquefaction of gases.

#### 2. Solids at low temperatures

- Thermal properties. Crystals and disordered solids.
- Electron gas: specific heat, thermal and electrical conductivity, Fermi surface.
- Magnetic properties.

#### 3. Superfluid helium

- Liquid helium.
- Bose-Einstein condensation and phase coherence.
- superfluid  $^4\text{He}$ . Excitation spectra. Thermodynamic properties. Rotons. Two fluid model. Viscosity. Wave propagation. Vortices.
- Superfluidity in  $^3\text{He}$ .

#### 4. Superconductivity

- Introduction: properties of superconductors.
- Electrodynamics of superconductors.
- Type I and type II superconductors.
- Josephson effect.
- Tunneling spectroscopy.

### 1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

"Low-Temperature Physics", Ch. Enss and S. Hunklinger (Springer, 2005).

"Superconductivity, superfluids and condensates", James F. Annett, Oxford University Press (2004).

"The Physics of superconductors: introduction to fundamentals and applications", V.V.Schmidt; P.Müller, A.V.Ustinov, eds. Schmidt, Vadim Vasilevich (Springer).

"Superfluidity and superconductivity", D. R. Tilley, J. Tilley, D.Reginald (IOP, 1994).

"Matter and Methods at Low Temperatures", F. Pobell (Springer, 1992).

"Low-temperature physics an introduction for scientists and engineers", P. V. E. McClintock, D. J. Meredith and J. K. Wigmore (Blackie and Sons, London 1992).

"Fundamentals of the theory of metals", Abrikosov (North Holland, 1998).



Asignatura: FÍSICA DE BAJAS TEMPERATURAS: SUPERCONDUCTIVIDAD Y SUPERFLUIDEZ  
Código: 30595  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Master en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología  
Nivel: Máster  
Tipo: Asignatura obligatoria

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

- Clase magistral en grupo (con proyector y pizarra) / Standard group lectures (with beam projector and blackboard)
- Seminarios / Seminars
- Talleres de trabajo en el laboratorio y demostraciones / Workgroups in the laboratory and demonstrations
- 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

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

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	26 h (%)	40%
	Clases prácticas		
	Seminarios y demostraciones	4 h (%)	
	Clases de corrección de problemas	2 h (%)	
	Presentación de los trabajos finales	8 h (%)	
No presencial	Resolución de problemas planteados	5 h (%)	60%
	Estudio semanal (4 horas x 10 semanas)	40 h (%)	
	Preparación del trabajo final	15 h (%)	
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 4 ECTS		100 h	

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

Se utilizará un método de evaluación continua en el que la nota final será la obtenida con la siguiente fórmula: (a) trabajo de fin de curso (resumen y presentación oral) = 40%; (b) resolución de 4 problemas durante el curso = 35%; (c) participación en clase (participación activa en clase, preguntas orales, etc.) = 25%. / Students will be evaluated within a continuous evaluation scheme. The final grade will be the result of the following formula: (a) final report (written and oral presentation) = 40%; (b)



Asignatura: FÍSICA DE BAJAS TEMPERATURAS: SUPERCONDUCTIVIDAD Y SUPERFLUIDEZ  
Código: 30595  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Master en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología  
Nivel: Máster  
Tipo: Asignatura obligatoria

solution to 4 proposed problems during the course = 35%; (c) active participation in the classroom = 25%.

Se usarán los mismos métodos y criterios de evaluación en la convocatoria extraordinaria / The same criteria and procedures will be used for the extraordinary evaluation.

## 5. Cronograma\* / Course calendar

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	Tema 1	2	5
2-3	Tema 2	8	10
4-6	Tema 3	10	12
7-10	Tema 4	12	14
10-11	Trabajo de fin de curso	0	15
12	Presentaciones orales	8	4

\*Este cronograma tiene carácter orientativo.