



Asignatura: Física de Vidrios y Sólidos No Cristalinos
Código: 30601
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología
Nivel: Máster
Tipo: Asignatura optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

ASIGNATURA / COURSE TITLE

Física de Vidrios y Sólidos No Cristalinos / [Physics of Glasses and Non-Crystalline Solids](#)

1.1. Código / Course number

30601

1.2. Materia / Content area

Temas avanzados de física de la materia condensada y de nanotecnología / [Advanced topics on Condensed Matter Physics and Nanotechnology](#)

1.3. Tipo / Course type

Formación optativa / [Elective subject](#)

1.4. Nivel / Course level

Máster / [Master \(second cycle\)](#)

1.5. Curso / Year

1º/1st

1.6. Semestre / Semester

2º trimestre / [2nd trimester](#)

1.7. Número de créditos / Credit allotment

4 ECTS

1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Para cursar esta asignatura es imprescindible poseer un buen conocimiento de Física del Estado Sólido y de Termodinámica. Y disponer de un nivel de inglés que permita al alumno leer bibliografía de consulta / [To follow this subject, a good background on Solid State Physics and Thermodynamics is requested. Students must have a suitable level of English to read references in the language.](#)



Asignatura: Física de Vidrios y Sólidos No Cristalinos
Código: 30601
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología
Nivel: Máster
Tipo: Asignatura optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

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 / [Lecturer](#) (Coordinador)

Miguel Ángel Ramos Ruiz

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 5551

Correo electrónico / [Email](#): miguel.ramos@uam.es

Página web / [Website](#): www.uam.es/miguel.ramos

Horario de atención al alumnado / [Office hours](#): 9.00 - 10:30 h

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

El objetivo de este curso es que los estudiantes adquieran un conocimiento básico del amplio campo de los materiales sólidos que no son cristales bien ordenados (desde cristales desordenados y cuasicristales hasta vidrios o sólidos amorfos y polímeros), tanto desde un punto de vista teórico fundamental como desde la ciencia de materiales. Se cubrirá así la carencia habitual de los cursos de estado sólido en los estudios de grado, que se centran exclusivamente en las propiedades del estado sólido con orden cristalino. / [The aim of this course is to provide the students with a basic knowledge in the wide field of solid materials that are not fully-ordered crystals \(from disordered crystals and quasi-crystals to glasses or amorphous solids and polymers\), from a basic theoretical point of view, as well as from that of materials science. It is therefore intended to cover the usual lack in Solid-State Physics courses which are typically focused only on the properties of solids with full crystalline order.](#)

Además de las competencias generales previstas en la memoria del máster en su conjunto, las competencias específicas que adquirirá el estudiante adscritas a esta asignatura son las de: (i) tener unos conocimientos básicos y una visión de conjunto de las principales líneas de estudio e investigación del área de la física de la materia condensada; (ii) conocer y dominar los conceptos y modelos teóricos más fundamentales que permiten abordar el estudio de la materia a escala nanoscópica, incluyendo sistemas nanoestructurados. / [Together with the expected general competences as described in the master planning report, the specific competences to be obtained in this course are: \(i\) to have a basic knowledge and a wide perspective](#)



Asignatura: Física de Vidrios y Sólidos No Cristalinos
Código: 30601
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología
Nivel: Máster
Tipo: Asignatura optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

on the main learning and research lines within Condensed Matter Physics; (ii) to get knowledge and skills about fundamental and theoretical models to address the study of matter at the nanometre scale, including nanostructured systems.

1.12. Contenidos del programa / Course contents

1. INTRODUCCIÓN A LOS SÓLIDOS NO CRISTALINOS

Introducción. Definiciones. Tipos de desorden. Sólidos amorfos y/o vidrios. Cuasicristales.

2. MÉTODOS DE PREPARACIÓN Y APLICACIONES DE LOS SÓLIDOS AMORFOS

Rápido enfriamiento del fundido. "Melt spinning". Evaporación térmica. Deposición química de vapor. Procesos sol-gel. Amorfización inducida por presión. Aplicaciones de los materiales amorfos.

3. EL ESTADO VÍTREO Y LA TRANSICIÓN VÍTREA

- La transición vítrea: Fenomenología. La Paradoja de Kauzmann. Factores determinantes de la transición vítrea. Procesos de relajación en el vidrio y en el líquido sobreenfriado. Vidrios fuertes y vidrios frágiles: la clasificación de Angell. El paisaje de energías.
- Teorías antiguas y actuales de la transición vítrea.

4. ESTRUCTURA DE LOS SÓLIDOS AMORFOS

El modelo de Zachariasen de la Red del Continuo Aleatorio. Difracción. La función de distribución radial. Orden a corto y medio alcance. El Primer Pico Agudo de Difracción. Simulaciones por ordenador.

5. DINÁMICA ATÓMICA DE LOS SÓLIDOS AMORFOS

Consecuencias de la falta de orden a largo alcance. Espectroscopías Raman, Infrarroja y Brillouin. El "pico bosónico". Dispersión inelástica de neutrones. Métodos computacionales y simulaciones de dinámica molecular.

6. PROPIEDADES DE LOS SÓLIDOS NO CRISTALINOS A BAJAS TEMPERATURAS

Las "anomalías universales" de los vidrios a bajas temperaturas. Calor específico. Conductividad térmica. Propiedades acústicas y dieléctricas. El modelo de "tunneling". El modelo de potenciales blandos.

7. VARIAS FAMILIAS INTERESANTES DE VIDRIOS, SÓLIDOS AMORFOS Y CRISTALES DESORDENADOS

Conductores superiónicos. Amorfos magnéticos. Cristales mixtos. Cristales plásticos y vidrios orientacionales. Cristales líquidos. Biomoléculas. La "Materia Blanda".

1. INTRODUCTION TO NON-CRYSTALLINE SOLIDS

Introduction. Definitions. Types of disorder. Amorphous solids and glasses. Quasicrystals.

2. PREPARATION METHODS OF AMORPHOUS MATERIALS

Melt quenching. Melt spinning. Splat cooling. Thermal evaporation. Chemical vapour deposition. Sol-gel processes. Irradiation. Pressure-induced amorphization.

3. THE GLASS STATE AND THE GLASS TRANSITION

- The glass transition phenomenon: Factors that determine the glass-transition temperature and glass formation. The Angell's classification: Strong and fragile glass-forming liquids. The Kauzmann paradox. Relaxation processes in glasses and supercooled liquids. The energy landscape.
- Old and current theories for the glass transition.



Asignatura: Física de Vidrios y Sólidos No Cristalinos
Código: 30601
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología
Nivel: Máster
Tipo: Asignatura optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

4. STRUCTURE OF AMORPHOUS SOLIDS

The Zachariasen model of Continuous Random Network. Experimental techniques: X-ray and neutron diffraction. The radial distribution function. Short-range and intermediate-range order. The First Sharp Diffraction Peak. Computer simulations.

5. ATOMIC DYNAMICS IN AMORPHOUS SOLIDS

Consequences of the lack of long-range order. Experimental techniques: Raman, Infrared and Brillouin spectroscopies. Inelastic neutron scattering. The “boson peak”. Computational methods and molecular dynamics simulations.

6. LOW-TEMPERATURE PROPERTIES OF NON-CRYSTALLINE SOLIDS

Universal “glassy anomalies” at low temperatures. Specific heat. Thermal conductivity. Acoustic and dielectric properties. The Tunnelling Model. The Soft Potential Model.

7. OTHER FAMILIES OF GLASSES, AMORPHOUS SOLIDS AND DISORDERED CRYSTALS

Superionic conductors. Amorphous ferromagnets. Plastic crystals and orientational glasses. Biomolecules. “Soft Matter”.

1.13. Referencias de consulta / **Course bibliography**

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA / BASIC BIBLIOGRAPHY:

- S. R. Elliott, *Physics of Amorphous Materials*, 2nd ed. (Longman, 1990).
- R. Zallen, *The Physics of Amorphous Solids*, (Wiley, 1983).
- I. Gutzow, J. Schmelzer, *The Vitreous State* (Springer, 1995).
- S. A. Brawer, *Relaxation in viscous liquids and glasses* (Am. Ceram. Soc., 1983).
- A. Cavagna, *Physics Reports* 476, 51-124 (2009).

BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL RECOMENDADA / RECOMMENDED BIBLIOGRAPHY:

- Ch. Enss and S. Hunklinger, *Low-Temperature Physics* (Springer, 2005).
- W. A. Phillips (ed.), *Amorphous Solids: Low Temperature Properties* (Topics in Current Physics, Vol. 24, Springer, 1981).
- *Science* 267 (1995), pp. 1924-1953.
- P. G. Debenedetti and F. H. Stillinger, *Nature* 410, 259 (2001).
- P. Esquinazi (ed.), *Tunneling Systems in Amorphous and Crystalline Solids* (Springer, 1998).

2. Métodos docentes / **Teaching methodology**

- Clase magistral en grupo (con proyector y pizarra) / **Standard group lectures (with beam projector and blackboard)**
- Seminarios / **Seminars**
- 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)**



Asignatura: Física de Vidrios y Sólidos No Cristalinos
Código: 30601
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología
Nivel: Máster
Tipo: Asignatura optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

- Trabajo práctico de simulación de dinámica molecular por ordenador / [Practical work of molecular-dynamics computer simulations](#)
- 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	32 h (%)	40%
	Clases prácticas		
	Seminarios	2 h (%)	
	Clases de corrección de problemas	4 h (%)	
	Presentación de los trabajos finales	2 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 de simulación por ordenador (resumen escrito 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 computer-simulation work \(written report and oral presentation\) = 40%; \(b\) 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.](#)



Asignatura: Física de Vidrios y Sólidos No Cristalinos
Código: 30601
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología
Nivel: Máster
Tipo: Asignatura optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

5. Cronograma* / Course calendar

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	TEMA 1 / Unit 1	3	4
2	TEMA 2 / Unit 2	4	4
3	TEMA 3a / Unit 3a	4	4
4	TEMA 3a / Unit 3a	4	5
5	TEMA 3b / Unit 3b	4	5
6	TEMA 4 / Unit 4	4	5
7	TEMA 4 / Unit 4	4	5
8	TEMA 5 / Unit 5	4	4
9	TEMA 6 / Unit 6	4	5
10	TEMA 7 / Unit 7	3	5
11	Trabajo de fin de curso / Final work	0	10
12	Presentación oral de trabajos finales / Oral presentation of final works	2	4

*Este cronograma tiene carácter orientativo.