



Asignatura: Nanofotónica y óptica cuántica  
Código: 32675  
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

Nanofotónica y óptica cuántica / [Nanophotonics and quantum optics](#)

### 1.1. Código / Course number

32675

### 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 / 2<sup>nd</sup> ([Spring semester](#))

### 1.7. Idioma / Language

Inglés, español / [English, Spanish](#).

### 1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Es muy recomendable disponer de conocimientos previos de electromagnetismo, óptica, y mecánica cuántica. / [Some previous knowledge of electromagnetism, optics, and quantum mechanics is highly advisable.](#)

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

La asistencia es obligatoria al menos en un 80%. / [Attendance at a minimum of 80% of in-class sessions is mandatory.](#)



Asignatura: Nanofotónica y óptica cuántica  
Código: 32675  
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

## 1.10. Datos del equipo docente / Faculty data

Coordinador / **Coordinator**: Esteban Moreno  
Departamento de / **Department of** Física Teórica de la Materia Condensada  
Facultad / **Faculty**: Ciencias  
Despacho - Módulo / **Office - Module** Módulo 05, 511  
Teléfono / **Phone**: +34 91 497 2668  
Correo electrónico / **Email**: esteban.moreno@uam.es  
Página web / **Website**: <http://www.uam.es/esteban.moreno>  
Horario de atención al alumnado / **Office hours**: Bajo petición / **Upon request**

## 1.11. Objetivos del curso / Course objectives

El estudiante adquirirá los conocimientos básicos sobre los aspectos fundamentales de la propagación y confinamiento del campo electromagnético en interacción con sistemas materiales estructurados en dimensiones inferiores o iguales a la longitud de onda. Al término del curso el estudiante deberá ser capaz de discernir cuándo el tratamiento más adecuado es clásico o cuántico y conocerá las herramientas teóricas básicas para el cálculo de la evolución de dichos sistemas en ambos regímenes.

Además de estos objetivos específicos relacionados con los contenidos temáticos de la asignatura se añade, a través de la metodología docente empleada y las actividades formativas a lo largo del curso, el desarrollo de las Competencias recogidas en la Memoria de Verificación del Máster, como son:

- Desarrollar destrezas teóricas en entornos nuevos y aplicarlos a contextos más amplios.
- Analizar críticamente problemas complejos con información incompleta.
- Manejar fuentes de información científica y ser capaces de comprender la investigación actual en Nanofotónica y Óptica Cuántica.
- Sintetizar y comunicar eficazmente los resultados obtenidos
- Ampliar conocimientos de modo autónomo.

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

The aim of this course is to provide the students with a basic knowledge of the main aspects concerning the propagation and confinement of the electromagnetic field in interaction with material systems structured at a wavelength or subwavelength scale. By the end of the course, students are expected to know how to recognize when a classical or quantum treatment is most appropriate. Additionally, the fundamental theoretical tools to compute the evolution of nanophotonic systems in both classical and quantum regimes should be known.



Asignatura: Nanofotónica y óptica cuántica

Código: 32675

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

In addition to these goals, the course activities and teaching methodologies will promote the following skills as detailed in the Verification Report of the Master studies:

- Development of theoretical competences in new environments and their application to broader contexts.
- Critical analysis of complex problems in absence of complete information.
- Scientific information managing skills and its deployment to reach an understanding of contemporary research in Nanophotonics and Quantum Optics.
- Synthesis and effective communication of obtained results.
- Acquisition of expanded knowledge beyond the syllabus in an autonomous manner.

These skills are further detailed in the mentioned Verification Report and are labeled as: CG1, CG3, CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CE10, CE6, CE7, CE8, CE9.

## 1.12. Contenidos del programa / Course contents

1. Conceptos de electrodinámica clásica. / Concepts in classical electrodynamics.
2. Campos guiados y confinados. Guías de onda y microcavidades. / Guided and confined fields. Waveguides and microcavities.
3. Plasmónica. / Plasmonics.
4. Óptica de campo cercano. / Near-field optics.
5. Medios estructurados periódicamente. Cristales fotónicos y metamateriales. / Periodically structured media. Photonic crystals and metamaterials.
6. Cuantización del campo electromagnético. / Electromagnetic field quantization.
7. Coherencia, correlación, y estadística de fotones. / Coherence, correlation, and photon statistics.
8. Interacción radiación-materia: teorías semiclásica y cuántica. / Light-matter interaction: semiclassical and quantum theories.

## 1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

1. J. D. Jackson, *Classical Electrodynamics*. Wiley, 3<sup>rd</sup> edition, 1999.
2. L. Novotny and B. Hecht, *Principles of Nano-Optics*. Cambridge University Press, 2<sup>nd</sup> edition, 2012.
3. S. A. Maier, *Plasmonics: Fundamentals and Applications*. Springer, 1<sup>st</sup> edition, 2007.
4. J. D. Joannopoulos, S. G. Johnson, J. N. Winn, and R. D. Meade, *Photonic Crystals: Molding the Flow of Light*. Princeton University Press, 2<sup>nd</sup> edition, 2008.
5. G. Grynberg, A. Aspect, and C. Fabre, *Introduction to Quantum Optics: From the Semi-classical Approach to Quantized Light*, Cambridge University Press, 2010.



Asignatura: Nanofotónica y óptica cuántica  
Código: 32675  
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

6. R. Loudon, *The Quantum Theory of Light*, 3rd edition, Oxford University Press, 2000.
7. M. O. Scully and M. S. Zubairy, *Quantum Optics*. Cambridge University Press, 1997.

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

1. Clases teóricas/prácticas: exposición oral por parte del profesor de los contenidos fundamentales de la asignatura haciendo uso de la pizarra o presentación proyectada. / *Theoretical/practical lectures: oral presentation by the lecturer of the fundamental contents of the subject (with beam projector or blackboard).*
2. Tutorías a petición del alumno. / *Tutorials upon student request.*

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

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teórico/prácticas	38	40%
	Realización examen final	2	
No presencial	Estudio semanal	30	60%
	Preparación ejercicios	30	
<b>Carga total de horas de trabajo</b>		<b>100</b>	

		Number of hours	Percentage
Face-to-face tuition	Lectures	38	40%
	Final exam	2	
Independent study	Independent study of course contents	30	60%
	Problem solving	30	
<b>Total student workload</b>		<b>100</b>	

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

La nota final de la asignatura tendrá en cuenta tres componentes con los pesos especificados a continuación: / *The final grade takes into account the following three components with the specified weights:*



Asignatura: Nanofotónica y óptica cuántica  
Código: 32675  
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

1. Resolución de ejercicios propuestos / **Reports of practical exercises**: 60%
2. Examen final / **Final exam**: 30%
3. Participación activa en clase / **Active participation in the classroom**: 10%

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

Estas actividades evalúan los resultados de aprendizaje y competencias detallados en las secciones 1.11 y 1.12, tales como son la adquisición de los conocimientos fundamentales de Nanofotónica y Óptica cuántica y el análisis crítico de los mismos, la capacidad de resolver problemas en ambas áreas, y la presentación eficaz de los resultados obtenidos.

These evaluation activities and procedures are designed to assess the level of knowledge achieved and the development of the skills as detailed in sections 1.11 and 1.12. Among them, the acquisition of the essential concepts in Nanophotonics and Quantum Optics and their critical analysis, the capability to solve problems in both areas, and the effective communication of the obtained results will be evaluated.

## 5. Cronograma\* / **Course calendar**

Semana aprox. Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	Tema 1 / <b>Unit 1</b>	4	6
2	Tema 2 / <b>Unit 2</b>	4	6
3	Tema 3 / <b>Unit 3</b>	4	6
4	Tema 4 / <b>Unit 4</b>	3	6
5	Tema 5 / <b>Unit 5</b>	4	6
6-7	Tema 6 / <b>Unit 6</b>	6	10
7-9	Tema 7 / <b>Unit 7</b>	7	10
9-10	Tema 8 / <b>Unit 8</b>	6	10

\*Este cronograma tiene carácter orientativo. / **This course calendar might be liable to some changes.**