



Asignatura: Láseres
Código: 32532
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Química Teórica y Modelización Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Formación Optativa
Nº de créditos: 5 ECTS

1. ASIGNATURA / **COURSE TITLE**

Láseres / [Lasers](#)

1.1. Código / **Course number**

32532

1.2. Materia / **Content area**

Módulo 3. Optatividad / [Module 3. Optional courses](#)

1.3. Tipo / **Course type**

Optativa / [Elective subject](#)

1.4. Nivel / **Course level**

Máster / [Master](#)

1.5. Curso / **Year**

1º / [1st](#)

1.6. Semestre / **Semester**

Anual / [Annual](#)

1.7. Número de créditos / **Credit allotment**

5 créditos ECTS / [5 ECTS credits](#)

1.8. Requisitos previos / **Prerequisites**

No hay requisitos previos / [There are no previous prerequisites](#)

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

La asistencia a las clases es obligatoria / [Attendance is mandatory](#)



Asignatura: Láseres
Código: 32532
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Química Teórica y Modelización Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Formación Optativa
Nº de créditos: 5 ECTS

1.10. Datos del equipo docente / Faculty data

Docente(s) / **Lecturer(s)**: Fernando Martín García
Departamento de Química / **Department of Chemistry**
Facultad de Ciencias / **Faculty of Sciences**
Universidad Autónoma de Madrid
Despacho - Módulo / **Office - Module**: Modulo 13-304
Teléfono / **Phone**: +34 914974019
Correo electrónico/**Email**: fernando.martin@uam.es
Página web/**Website**:
Horario de atención al alumnado/**Office hours**: Contact by email

Docente(s) / **Lecturer(s)**: Alicia Palacios Cañas
Departamento de Química / **Department of Chemistry**
Facultad de Ciencias / **Faculty of Sciences**
Universidad Autónoma de Madrid
Despacho - Módulo / **Office - Module**: 307B
Teléfono / **Phone**: 91 497 3019
Correo electrónico/**Email**: alicia.palacios@uam.es
Horario de atención al alumnado/**Office hours**: L-V, 09:00-18:00 (contactar previamente por e-mail) (**contact by email**)

1.11. Objetivos del curso / Course objectives

1.11a. Resultados del aprendizaje

Conocer los fundamentos de la luz láser y sus principales aplicaciones en química cuántica y física atómica y molecular. Familiarizarse con la resolución de problemas dependientes del tiempo y el tratamiento de estados del continuo.

1.11b. Competencias

Estos resultados del aprendizaje contribuyen a la adquisición de las siguientes competencias del curso:

BÁSICAS Y GENERALES

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o



Asignatura: Láseres
Código: 32532
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Química Teórica y Modelización Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Formación Optativa
Nº de créditos: 5 ECTS

limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CG01 - Los estudiantes son capaces de fomentar, en contextos académicos y profesionales, el avance tecnológico y científico dentro de una sociedad basada en el conocimiento y en el respeto a: a) los derechos fundamentales y de igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres, b) los principios de igualdad de oportunidades y accesibilidad universal de las personas con discapacidad y c) los valores propios de una cultura de paz y de valores democráticos.

TRANSVERSALES

CT03 - El/la estudiante posee capacidad de análisis y síntesis de tal forma que pueda comprender, interpretar y evaluar la información relevante asumiendo con responsabilidad su propio aprendizaje o, en el futuro, la identificación de salidas profesionales y yacimientos de empleo.

CT04 - El/la estudiante tiene capacidad de generar nuevas ideas a partir de sus propias decisiones.

ESPECÍFICAS

CE01 - Los estudiantes demuestran su conocimiento y comprensión de los hechos aplicando conceptos, principios y teorías relacionadas con la Química Teórica y Modelización Computacional.

CE24 - Conoce los fundamentos de los láseres y está familiarizado con la resolución de problemas dependientes del tiempo y el tratamiento de estados del continuo.

1.11a. Learning objectives

Understand the fundamentals of laser light and its main applications in quantum chemistry and atomic and molecular physics. Get familiar with the resolution of time-dependent problems and dealing with states in the continuum.

1.11b. Skills

These learning objectives contribute to provide the following skills for the students:



Asignatura: Láseres
Código: 32532
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Química Teórica y Modelización Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Formación Optativa
Nº de créditos: 5 ECTS

BASIC AND GENERAL SKILLS

CB6 - Students possess and understand knowledge that provides a basis or opportunity to be original in the development and/or application of ideas, often in a research context.

CB7 - Students know how to apply the acquired knowledge and their problem solving capacity in new or little known environments within broader (or multidisciplinary) contexts related to their area of study.

CB8 - Students are able to integrate knowledge and face the complexity of making judgments from information that, incomplete or limited, includes reflections on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgments.

CB9 - Students know how to communicate their conclusions and the knowledge and reasons that support them to specialized and non-specialized audiences in a clear and unambiguous way.

CB10 - Students possess the learning skills that allow them to continue studying in a way that will be self-directed or autonomous.

CG01 - Students are able to foster, in academic and professional contexts, technological and scientific progress within a society based on knowledge and respect for: a) fundamental rights and equal opportunities between men and women, b) The principles of equal opportunities and universal accessibility for persons with disabilities, and c) the values of a culture of peace and democratic values.

CROSS-COMPREHENSIVE SKILLS

CT03 - Students have the ability of analyze and synthesize in such a way that they can understand, interpret and evaluate the relevant information by assuming with responsibility their own learning or, in the future, the identification of professional exits and employment fields.

CT04 - Students are able to generate new ideas based on their own decisions.

SPECIFIC SKILLS

CE01- Students demonstrate their knowledge and understanding of the facts applying concepts, principles and theories related to the Theoretical Chemistry and Computational Modeling.

CE24 - Students know the fundamentals of lasers and are familiar with the resolution of time-dependent problems and the treatment of states of the continuum.

1.12. Contenidos del programa / Course contents

1. **Introducción.** ¿Qué es un láser? ¿Para qué se usa? Características de la luz láser.



Asignatura: Láseres
 Código: 32532
 Centro: Facultad de Ciencias
 Titulación: Máster en Química Teórica y Modelización Computacional
 Nivel: Máster
 Tipo: Formación Optativa
 N° de créditos: 5 ECTS

2. **Propiedades del láser.** Niveles de energía. Formación de líneas espectrales: coeficientes de Einstein. Emisión espontánea y estimulada. Inversión de población y saturación. Ensanchamiento de líneas espectrales. Ejemplos prácticos de láseres.
3. **Láseres de onda continua (cw) y láseres pulsados.** Generación de láseres de onda continua. Reducción del ancho de banda. Formación de láseres pulsados por Q switching y por modelocking.
4. **Interacción láser-materia.** Descripción clásica y cuántica. Procesos multifotónicos y efecto túnel. Modelo de los tres pasos. Generación de armónicos altos. Pulsos láseres de attosegundos y trenes de pulsos de attosegundos.
5. **Efectos de campo intenso.** Frecuencias de Rabi. Desplazamiento Stark. Ionización por encima del umbral (ATI). Estados vestidos. Estados de Volkov y de Floquet. Aproximación de campo intenso.
6. **Tratamientos teóricos.** Bases de estados en el continuo electrónico: Bsplines. Integración directa de la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo. Métodos híbridos.
7. **Espectroscopía resuelta en el tiempo.** Esquemas de pump-probe con pulsos láser. Usos en femtoquímica y attofísica. Attoquímica.

1. **Introduction.** What is a laser? What are lasers used for? Characteristics of laser light.
2. **Laser properties.** Energy levels. Formation of spectral lines: Einstein's coefficients. Spontaneous and stimulated emission. Population inversion and saturation. Widening of spectral lines. Practical examples of lasers.
3. **Continuous wave lasers (cw) and pulsed lasers.** Generation of cw lasers. Bandwidth reduction. Formation of laser pulses by Q-switching and modelocking.
4. **Laser-matter interaction.** Classical and quantum description. Multiphoton processes and tunneling. Three-step model. High-order Harmonic Generation (HOHG). Attosecond lasers pulses and pulse trains.
5. **Strong field effects.** Rabi frequencies. Stark shifts. Above-threshold ionization (ATI). Dressed states. Floquet and Volkov states. Strong-field approximation.
6. **Theoretical approaches.** Basis of states in the electronic continuum: B-splines. Direct integration of the time-dependent Schrödinger equation. Hybrid methods.
7. **Time-resolved spectroscopy.** Pump-probe schemes with laser pulses. Uses in femtochemistry and attophysics. Attochemistry.

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

1. Introduction to Laser Technology. B. Hitz, J. J. Swing and J. Hecht. IEEE Press, New York, 2001.
2. Introduction to Quantum Optics. G. Grynberg, A. Aspect and C. Fabre. Cambridge University Press. Cambridge, 2010.
3. Principles of Lasers. O. Svelto. Plenum Press, New York. 1998.
4. Laser Fundamentals. W. T. Silfvast. Cambridge University Press, Cambridge, 2004.



Asignatura: Láseres
 Código: 32532
 Centro: Facultad de Ciencias
 Titulación: Máster en Química Teórica y Modelización Computacional
 Nivel: Máster
 Tipo: Formación Optativa
 N° de créditos: 5 ECTS

5. Quantum Optics. M. O. Scully. Cambridge University Press. Cambridge, 1997.
6. Lasers. A. E. Siegman. University Science Books. 1986.
7. Bachau H, Cormier E, Decleva P, Hansen J E and Martín F 2001 *Rep. Prog. Phys.* **64** 1815.
8. Martín F 1999 *J. Phys. B (Topical Review)* **32** R197

2. Métodos docentes / Teaching methodology

Lección Magistral: El profesor expondrá los contenidos del curso en sesiones presenciales, o, por video conferencia de dos horas basándose en los materiales docentes publicados en la plataforma Moodle.

Docencia en red. Se utilizará las distintas herramientas que ofrece la plataforma Moodle (<https://posgrado.uam.es>). Publicación de contenidos de la asignatura, herramientas de trabajo en grupo: foros de discusión y wiki, correo electrónico

Tutorías. El profesor realizará tutorías individuales o con grupos reducidos sobre cuestiones puntuales que los estudiantes puedan plantear.

Lecture: The Professor will deliver face-to-face, or, online video lectures about the theoretical contents of the course during two-hour sessions. The presentations will be based on the different materials available at the Moodle platform.

Network teaching: All the tools available at the Moodle website (<https://posgrado.uam.es>) will be used (uploading of teaching materials, utilization of work team strategies, wiki, blogs, e-mail, etc.).

Tutoring sessions: The professor can organize either individual or group tutoring sessions about particular topics and questions raised by students.

3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

Presencial:

Clases teóricas en aula / aula virtual	34 horas
Seminarios.....	10 horas
Tutorías.....	6 horas

No Presencial:

Estudio autónomo individual o en grupo.....	35 horas
Preparación de seminarios.....	20 horas
Elaboración de una memoria con ejercicios planteados en clase.....	20 horas

TOTAL (5 ECTS * 25 horas/ECTS).....	125 horas
-------------------------------------	-----------



Asignatura: Láseres
 Código: 32532
 Centro: Facultad de Ciencias
 Titulación: Máster en Química Teórica y Modelización Computacional
 Nivel: Máster
 Tipo: Formación Optativa
 N° de créditos: 5 ECTS

Contact hours:

Theoretical lessons in classroom / virtual classroom34 hours
 Seminars.....10 hours
 Tutoring.....6 hours

Independent study hours:

self-study or group study35 hours
 Preparation of seminars, assigned tasks and study.....20 hours
 Elaboration of a memory based on the exercises proposed in class.....20 hours

TOTAL (5 ECTS * 25 hours/ECTS).....125 hours

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

Convocatoria ordinaria

Los conocimientos adquiridos por el estudiante serán evaluados a lo largo de todo el curso, intentando que el estudiante avance de forma regular y constante en la asimilación de los contenidos de la asignatura.

La nota final de la asignatura se basará en los ejercicios, trabajos y discusión de los mismos que se irá realizando durante el curso. Dichos trabajos se puntuarán en base a los siguientes porcentajes:

- 70% Examen al final del curso
- 30% Realización de un informe crítico de las prácticas realizadas o de ejercicios relacionados con la asignatura.

Convocatoria extraordinaria

Se realizará un examen final único que será de carácter teórico y que abarcará los contenidos de toda la asignatura. La puntuación en la convocatoria extraordinaria se realizará en base a los siguientes porcentajes:

- 70% el examen final,
- 30% la realización de un informe crítico de las prácticas realizadas o de ejercicios relacionados con la asignatura.

Ordinary assessment

The knowledge acquired by the student will be evaluated along the course. The educational model to follow will emphasize a continuous effort and advance in training and learning.



Asignatura: Láseres
Código: 32532
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Química Teórica y Modelización Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Formación Optativa
Nº de créditos: 5 ECTS

The final student mark will be based on exercises that must be done during the course. The next criteria will be followed for assessment of student exercises:

- 70% Exam at the end of the course.
- 30% from the student report.

Extraordinary assessment

The student will have to face a final exam, including both theory and practical exercises. The student mark will be obtained from:

- 70% from the final exam,
- 30% from the individual work.

5. Cronograma* / Course calendar

Por favor, comprobar el horario oficial publicado en la página web del Máster.
Please, check the official schedule posted on the master website.

*Este cronograma tiene carácter orientativo

*This course calendar is orientative