

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Física y Tecnología de radiaciones	Física de radiaciones: Nuevos desarrollos y aplicaciones	2019-2020	1º	6	Optativa
PROFESORES <sup>(1)</sup>			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enrique Buendía Ávila: Teoría</li> <li>• Daniel Rodríguez Rubiales: Teoría, talleres y prácticas</li> </ul>			Enrique Buendía Ávila Dpto. Física Atómica Molecular y Nuclear Sección de Físicas. Despacho 142. Correo electrónico: <a href="mailto:buendia@ugr.es">buendia@ugr.es</a>		
			Daniel Rodríguez Rubiales Dpto. Física Atómica, Molecular y Nuclear Sección de Físicas. Despacho 136. Correo electrónico: <a href="mailto:danielrodriguez@ugr.es">danielrodriguez@ugr.es</a>		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS <sup>(1)</sup>		
			Lunes y viernes de 11:00 a 13:00 horas (Profesor Enrique Buendía Ávila) Lunes de 9:30 a 11:30 h, martes de 16:00 a 18:00 h y jueves de 17:00 a 19:00 h (Profesor Daniel Rodríguez Rubiales)		
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS ESTUDIOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Máster en Física: Radiaciones, Nanotecnología, Partículas y Astrofísica			Máster en tecnología		

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/))

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)
Tener cursadas las asignaturas del Grado de Física, Ingeniería Electrónica o Ingeniería de Telecomunicaciones
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER)
Principio de un láser. Mecanismos de producción de luz láser. Interacción de láser con sistemas atómicos y moleculares. Aplicaciones fundamentales y tecnológicas. Otras aplicaciones.
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS
<p>Generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CG3 - Capacidad de trabajo en equipo. El estudiante deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.</li> <li>CG4 - Capacidad de expresar y defender en público los resultados y conclusiones obtenidos como resultado del proceso de aprendizaje. Deberá desarrollar y dominar las técnicas de comunicación oral ante cualquier auditorio. Aprender a utilizar sus potencialidades personales para presentar resultados públicamente. Adquisición del convencimiento de que su conocimiento del trabajo realizado le convierte de inmediato en foco de interés y atención.</li> <li>CG5 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.</li> </ul> <p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CE1 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.</li> <li>CE2 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.</li> <li>CE3 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.</li> <li>CE4 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.</li> </ul>
OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)
<ul style="list-style-type: none"> <li>El alumno sabrá/comprenderá: el principio de emisión de radiación láser y las características de esta radiación y su propagación y detección. Conocerá la tecnología asociada a los distintos mecanismos de producción de radiación láser y su utilización, así como todos los elementos asociados. Conocerá las técnicas de enfriamiento de iones y átomos en trampas desde un punto de vista teórico y práctico, y su uso en experimentos de física. También conocerá otras aplicaciones.</li> <li>El alumno será capaz de: utilizar un sistema de producción láser y de los elementos necesarios en el contexto de experimentos de enfriamiento de iones en trampas electromagnéticas en experimentos que son novedosos en el campo de la física. Será capaz de pensar en los requerimientos y necesidades en dichos experimentos en cuanto al tipo de láser necesario y los elementos adicionales.</li> </ul>
TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA
<p>TEMARIO TEÓRICO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 1: Principio de un láser. Fuentes de luz coherentes. Fundamento y elementos de un láser. Descripción de la radiación láser. Elementos externos asociados con la medida, transporte y manipulación de la radiación láser: polarizadores, modos de transmisión y fibras ópticas, moduladores. Interferómetros. Sensores/detectores de luz</li> <li>Tema 2: Mecanismos de producción de luz láser. Tipos de láser: He-Ne, semiconductores, estado sólido, y</li> </ul>



láseres de fibra. Láseres continuos y estabilización en frecuencia. Cavidades ópticas externas. Fineza. Láseres pulsados cortos y ultra cortos. Peine de frecuencias.

- Tema 3: Interacción del láser con sistemas atómicos. Confinamiento y enfriamiento de iones y átomos. Trampas de iones basadas en radiofrecuencias. Acoplamiento de átomos y campos electromagnéticos: modelo de dos niveles. Enfriamiento de iones con láser. Manipulación de átomos con fotones.
- Tema 4: Experimentos de precisión con trampas de átomos o iones y láseres. Técnicas de espectroscopía óptica. Estándar de frecuencias. Computación cuántica. Física nuclear e interacciones fundamentales.
- Tema 5: Otras aplicaciones científicas y tecnológicas del láser. Técnica LIDAR. Aceleración de iones. El láser en medicina. Micro-fabricación, micro-litografía, monitorización, comunicación, almacenamiento de datos.

#### TEMARIO PRÁCTICO:

##### Seminarios/Talleres

- Utilización de un láser de Ti:Sa, proceso de estabilización en frecuencia y control de la anchura de línea.
- Utilización de un láser de diodo y estabilización en frecuencia.
- Utilización de un peine de frecuencias.
- Estabilización de una láser de diodo a una cavidad de alta fineza.

##### Prácticas de Laboratorio

- Práctica 1. Determinación de la anchura de un haz de radiación láser con un interferómetro de Fabry-Perot.
- Práctica 2. Medida de una frecuencia de emisión del láser de Ti:Sa con el peine de frecuencias.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Springer Handbook of Lasers and Optics, 2ª edición, Editor F. Träger, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012
- Basic of Laser Physics, K.F. Renk, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012
- Optics, Light and Lasers, 2ª edición, revisada, D. Meschede, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGAA 2007
- Ion Traps, P.K. Ghosh, Oxford University Press, Oxford, Gran Bretaña 1995
- Charged Particle Traps, F.G. Major, V.N. Gheorghe, G. Werth, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005
- Introduction to Quantum Optics, G. Grynberg, A. Aspect, C. Fabre, Cambridge University Press, Gran Bretaña 2010

##### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Building Electro-Optical Systems, P.C.D. Hobbs, John Wiley & Sons, 2009
- Charged Particle Traps II, F.G. Major, V.N. Gheorghe, G. Werth, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009

#### ENLACES RECOMENDADOS

<http://www.nist.gov/physics-portal.cfm>

<http://www.quantumoptics.at/en/>

<http://www.imperial.ac.uk/ion-trapping>

#### METODOLOGÍA DOCENTE

- Lección magistral (Clases teóricas-expositivas). Para transmitir los contenidos de las materias del módulo motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formándole una mentalidad crítica.
- Actividades prácticas (Clases prácticas). Para desarrollar en el alumnado las habilidades instrumentales de la materia.
- Tutorías académicas: Para orientar al trabajo autónomo y grupal del alumnado, profundizar en distintos



aspectos de la materia y orientar la formación académica integral del estudiante.

- Estudio y trabajo autónomo del alumnado. Para favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.
- Estudio y trabajo en grupo. Para favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

La **EVALUACIÓN CONTINUA** se realizará mediante:

- Participación del alumno en las clases teóricas, en los talleres y prácticas de laboratorio.
- Examen teórico-práctico de resolución de cuestiones donde se evaluará la comprensión de conceptos fundamentales del mecanismo de producción de luz láser, estabilización en frecuencia y elementos asociados, así como la implementación práctica.
- Realización y exposición de un trabajo en grupo sobre una temática relacionada con las aplicaciones del láser (fundamentales o tecnológicas). Se dará a elegir entre varios temas.

En **EVALUACIÓN CONTINUA** (Convocatoria ORDINARIA) la calificación final responderá al siguiente baremo:

- Examen teórico-práctico de resolución de cuestiones: 40%.
- Realización y exposición de un trabajo en grupo sobre una temática relacionada con las aplicaciones del láser: 30%.
- Participación del alumno en las clases teóricas, en los talleres y prácticas de laboratorio: 30%.

En **EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA** la calificación final responderá al siguiente baremo:

- Examen teórico-práctico cuyo contenido engloba todo el temario de la asignatura.

**EVALUACIÓN ÚNICA:** De acuerdo con la normativa de la Universidad de Granada, para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en el plazo establecido en la normativa, lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, al Coordinador del Máster, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua. La evaluación consistirá en un examen que incluye teoría y problemas sobre todo el contenido de la asignatura.

**CONVOCATORIA ESPECIAL.** Los estudiantes que recurran a la Convocatoria Especial mencionada en el artículo 21 de la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la UGR", realizarán un examen que incluye teoría y problemas sobre todo el contenido de la asignatura.

Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

Evaluación única final: aquellos estudiantes que, siguiendo la Normativa de la UGR en los términos y plazos que en ella se exigen, se acojan a esta modalidad de evaluación, realizarán un examen que incluye teoría y problemas.

Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de



---

adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado.

INFORMACIÓN ADICIONAL

