

FÍSICA DEL LÁSER Y APLICACIONES

Curso 2020-2021

(Fecha última actualización: 10/07/2020)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica del Máster: 16/07/2020)

SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER	TIPO DE ENSEÑANZA	IDIOMA DE IMPARTICIÓN
1º	6	Optativa	Presencial	Español
MÓDULO		Física y Tecnología de las Radiaciones		
MATERIA		Física de las Radiaciones: Nuevos desarrollos y Aplicaciones		
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO		Escuela Internacional de Posgrado		
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE		Máster Universitario en Física: Radiaciones, Nanotecnología, Partículas y Astrofísica		
CENTRO EN EL QUE SE IMPARTE LA DOCENCIA		Facultad de Ciencias		
PROFESORES⁽¹⁾				
Daniel Rodríguez Rubiales				
DIRECCIÓN		Dpto. Física Atómica Molecular y Nuclear, 3ª planta de Físicas, Facultad de Ciencias. Despacho nº 136. Correo electrónico: danielrodriguez@ugr.es		
TUTORÍAS		Horario de tutorías.		
Enrique Buendía Ávila				
DIRECCIÓN		Dpto. Física Atómica Molecular y Nuclear, 3ª planta de Físicas, Facultad de Ciencias. Despacho nº 142. Correo electrónico: buendia@ugr.es		
TUTORÍAS		Horario de tutorías.		
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS				
COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES				

1

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/))



- CG3 - Capacidad de trabajo en equipo. El estudiante deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.
- 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.
- CG5 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE1 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.
- CE2 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.
- CE3 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.
- CE4 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT1 Capacidad de análisis y síntesis.
- CT2 Capacidad de organización y planificación.
- CT8 Razonamiento crítico.
- CT13 Comprensión oral y escrita en inglés científico

OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

- 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.
- 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.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

Principio de un láser. Mecanismos de producción de luz láser. Interacción de láser con sistemas atómicos y moleculares. Aplicaciones fundamentales y tecnológicas. Otras aplicaciones.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

1. 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

2. Tema 2: Mecanismos de producción de luz láser. Tipos de láser: He-Ne, semiconductores, estado sólido, y láseres de fibra. Láseres continuos y estabilización en frecuencia. Cavidades ópticas externas. Fineza. Láseres pulsados cortos y ultra cortos. Peine de frecuencias.
3. 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.
4. 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.
5. 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

1. Utilización de un láser de Ti:Sa, proceso de estabilización en frecuencia y control de la anchura de línea.
2. Utilización de un láser de diodo y estabilización en frecuencia.
3. Utilización de un peine de frecuencias.
4. Estabilización de una láser de diodo a una cavidad de alta fineza.
5. Cómo generar un bit cuántico con un ion atrapado.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

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

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

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

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

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

ENLACES RECOMENDADOS (OPCIONAL)

<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.)

CONVOCATORIA ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se le haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

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%.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

En EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA la calificación final responderá al siguiente baremo:
Examen teórico-práctico cuyo contenido engloba todo el temario de la asignatura (100%).



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**

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación en tal caso consistirá en:

- La evaluación única final consistirá en un examen que incluye teoría y problemas sobre todo el contenido de la asignatura.

ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Daniel Rodríguez Rubiales

[Horario de tutorías.](#)

Enrique Buendía Ávila

[Horario de tutorías.](#)

Daniel Rodríguez Rubiales. Con cita previa por e-mail, usando para la tutoría herramientas como Google Meet o Zoom (a través de ugr.zoom.us o del sistema SALVE del CSIRC)

Enrique Buendía Ávila. Por email y si es posible con herramientas de videoconferencia.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

3. La proporción entre clases virtuales y presenciales dependería del centro y circunstancias sanitarias. Las medidas actuales garantizarían la docencia presencial para un número de hasta quince alumnos. El número de alumnos matriculados por curso en esta asignatura viene siendo inferior a éste desde que se comenzó a impartir el máster por lo que la docencia presencial no debería ser un problema. En caso de que dicha situación no fuese posible, porque el número de alumnos excediera al máximo permitido por criterios sanitarios. Las clases teóricas serían virtuales y se impartirán utilizando las plataformas Google Meet o las que dicte la UGR en su momento. Se primará la impartición síncrona, aunque las circunstancias sanitarias (enfermedad del profesor o familiar, conciliación familiar...) podrían imponer un escenario asíncrono, en cuyo caso se grabarían las clases presenciales, que serían compartidas por Google drive o se concertaría con los alumnos la impartición de la clase en otro horario que pudiera ser de su conveniencia.
4. Las plataformas descritas (Prado, Google Meet, Consigna UGR, Google Drive a través de cuenta @go.ugr o correo institucional) son las actualmente autorizadas por la UGR. Podrían verse modificadas si las instrucciones de la UGR al respecto cambiasen durante el curso.
5. Los tutoriales y prácticas de laboratorio se realizarán de forma presencial dividiendo a los alumnos que cursen la asignatura en grupos atendiendo al número posible siguiendo criterios sanitarios y las normas y/o instrucciones que en cada momento pueda poner la UGR.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)



Convocatoria Ordinaria	
La EVALUACIÓN CONTINUA se realizará mediante:	
<ol style="list-style-type: none"> 6. Participación (si presencial) o seguimiento (si virtual) del alumno, en las clases teóricas (15%). 7. Participación del alumno en los talleres y prácticas de laboratorio (15%). <ul style="list-style-type: none"> • 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. Esta se realizará de forma presencial si el número de alumnos es inferior al límite por aula establecido por las medidas de seguridad o a través de PRADO mediante un cuestionario con hora límite de entrega preestablecida (40%). 8. 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. La presentación se hará de forma presencial si el número de alumnos es inferior a límite por aula establecido por las medidas de seguridad o por videoconferencia a través de la plataforma Google Meet (30%). 	
Convocatoria Extraordinaria	
<ol style="list-style-type: none"> 9. Examen final con problemas y cuestiones relacionados con la materia impartida en clase (100%). 10. La prueba se realizará de forma presencial si el número de alumnos es inferior al límite por aula establecido por las medidas de seguridad o a través de PRADO mediante un cuestionario con hora límite de entrega preestablecida y siempre siguiendo las instrucciones que dicte la UGR al respecto. 	
Evaluación Única Final	
<ul style="list-style-type: none"> • La evaluación única final consistirá en un único examen con problemas y cuestiones relacionados con la materia impartida en clase. • La prueba se realizará de forma presencial si el número de alumnos es inferior al límite por aula establecido por las medidas de seguridad o a través de PRADO mediante un cuestionario con hora límite de entrega preestablecida y siempre siguiendo las instrucciones que dicte la UGR al respecto. 	
ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)	
ATENCIÓN TUTORIAL	
HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
Daniel Rodríguez Rubiales Horario de tutorías. Enrique Buendía Ávila Horario de tutorías.	Daniel Rodríguez Rubiales. Con cita previa por e-mail, usando para la tutoría herramientas como Google Meet o Zoom (a través de ugr.zoom.us o del sistema SALVE del CSIRC) Enrique Buendía Ávila. Por email y si es posible con otras herramientas como videoconferencia.
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE	
<ul style="list-style-type: none"> • Las clases teóricas y prácticas serían virtuales y se impartirán utilizando las plataformas Google Meet o las que dicte la UGR en su momento. Se primará la impartición síncrona, aunque las circunstancias sanitarias (enfermedad del profesor o familiar, conciliación familiar...) podrían imponer un escenario asíncrono, en cuyo caso se grabarían las clases presenciales, que serían compartidas por Google drive 	



o se concertaría con los alumnos la impartición de la clase en otro horario que pudiera ser de su conveniencia.

- En el caso de los tutoriales y prácticas de laboratorio se mostrarán videos y se proporcionarán datos a los estudiantes para el análisis.
- Las plataformas descritas (Prado, Google Meet, Consigna UGR, Google Drive a través de cuenta @go.ugr o correo institucional) son las actualmente autorizadas por la UGR. Podrían verse modificadas si las instrucciones de la UGR al respecto cambiasen durante el curso.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria

La EVALUACIÓN CONTINUA se realizará mediante:

11. Seguimiento del alumno, en las clases teóricas y prácticas de laboratorio y entrega de resultados de análisis de datos (30%).
- 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. Este se realizará a través de PRADO mediante un cuestionario con hora límite de entrega preestablecida (40%).
 - 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. La presentación se hará por videoconferencia a través de la plataforma Google Meet (30%).

Convocatoria Extraordinaria

- Examen final con problemas y cuestiones relacionados con la materia impartida en clase (100%).
- La prueba se realizará a través de PRADO mediante un cuestionario con hora límite de entrega preestablecida y siempre siguiendo las instrucciones que dicte la UGR al respecto.

Evaluación Única Final

- La evaluación única final consistirá en un único examen con problemas y cuestiones relacionados con la materia impartida en clase.
- La prueba se realizará a través de PRADO mediante un cuestionario con hora límite de entrega preestablecida y siempre siguiendo las instrucciones que dicte la UGR al respecto.

