



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica	
TÍTULO:	Técnicas de obtención de imágenes biomédicas con tubo de rayos X de micro-foco	
TITLE:	Biomedical imaging techniques with micro-focus X ray tube	
SUPERVISOR/ES:	Tatiana Alieva	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Aprender diferentes métodos de formación de imágenes biomédicas con tubo de rayos X.

Poder valorar sus aplicaciones en un equipo concreto.

METODOLOGÍA:

1. Revisión bibliográfica de conceptos fundamentales de obtención de imagen empleando radiación de rayos X procedente de una fuente de rayos X de microfoco.
2. Estudio de diferentes técnicas de formación de imágenes. Análisis de sus ventajas y limitaciones.
3. Búsqueda de bibliografía actual (artículos de investigación) relacionada con el trabajo.
4. Análisis de imágenes obtenidas en CAI UCM.

BIBLIOGRAFÍA:

1. K. A. Nugent. Coherent methods in the X-ray sciences. *Advances in Physics*, 59(1):1–99, 2009, doi:10.1080/00018730903270926.
2. H. N. Chapman and K. A. Nugent, Coherent lensless X-ray imaging, *Nat. Photonics* 4, 833 (2010), doi: 10.1038/nphoton.2010.240
3. T. J. Davis, D. Gao, T. E. Gureyev, A. W. Stevenson and S. W. Wilkins, Phase contrast imaging of weakly absorbing materials using hard X-rays. *Nature* 373, 595–598 (1995).
4. P. C. Diemoz, A. Bravin, and P. Coan, Theoretical comparison of three X-ray phase-contrast imaging techniques: propagation-based imaging, analyzer-based imaging and grating interferometry. *Opt. Express* 20, 2789–2805 (2012).
5. H. Wang, Y. Kashyap and K. Sawhney, From synchrotron radiation to lab source: advanced speckle-based X-ray imaging using abrasive paper, *Sci. Rep.* 6, 20476 (2016), DOI: 10.1038/srep20476



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica	
TÍTULO:	Haces ópticos con momento orbital angular	
TITLE:	Optical beams with orbital angular momentum	
SUPERVISOR/ES:	Tatiana Alieva	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Comprender el concepto de momento orbital angular de haz óptico. Conocer los métodos de generación de haces ópticos con momento orbital angular y sus aplicaciones.

METODOLOGÍA:

1. Revisión bibliográfica de conceptos fundamentales sobre el momento orbital angular de haz, la descripción de haces ópticos y su propagación.
2. Estudio de diferentes técnicas de generación de haces vórtices. Posible experimento: generación de haces vórtices utilizando holografía digital.
3. Búsqueda de bibliografía actual (artículos de investigación) relacionada con las aplicaciones de haces vórtices para manipulación de micro-partículas, formación de imágenes y comunicaciones ópticas.

BIBLIOGRAFÍA:

1. L. Allen, M. W. Beijersbergen, R. J. C. Spreeuw, and J. P. Woerdman, Orbital angular momentum of light and the transformation of Laguerre-Gaussian laser modes, *Phys. Rev. A* 45, 8185, (1992).
2. L. Allen, M. J. Padgett and M. Babiker, The Orbital Angular Momentum of Light, in *Progress in Optics* (Ed. E. Wolf), vol. XXXIX, 291, Elsevier (1999).
3. M. J. Padgett, Orbital angular momentum 25 years on, *Opt. Express* 25, 11265, (2017).
4. A. M. Yao and M. J. Padgett, Orbital angular momentum: origins, behavior and applications, *Advances in Optics and Photonics* 3, 161 (2011).
5. J. A. Rodrigo and T. Alieva, Polymorphic beams and Nature inspired circuits for optical current, *Sci. Reps.* 6, 35341 (2016).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica	
TÍTULO:	Luz no clásica, definición, tipos, propiedades y aplicaciones.	
TITLE:	Nonclassical light, definition, types, properties, and applications	
SUPERVISOR/ES:	Alfredo Luis Aina	
NÚMERO DE PLAZAS:	4	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS: El encuentro de óptica y cuántica produce maravillas que no caben en la óptica clásica: como aleatoriedad sin probabilidades, gatos zombis que no están ni vivos ni muertos, luz del vacío y visión sin luz. Todo un desafío para nuestra intuición física. ¿Juega la naturaleza un juego de dados que nunca podremos entender? Vale la pena investigar qué es la luz no clásica, sus propiedades, y buscar herramientas que sean capaces de capturar todo su misterio y belleza y nos acerquen a la comprensión del universo que buscamos como físicos.



METODOLOGÍA: El trabajo es de carácter teórico. Las tareas a realizar serán: Análisis de la existencia de estados de luz clásicos y no clásicos, sus propiedades distintivas y aplicaciones. Los objetivos y tareas detalladas se concretarán de acuerdo con las sugerencias e intereses particulares de los alumnos. A modo de ilustración se pueden encontrar en este enlace los trabajos realizados en cursos anteriores: <http://webs.ucm.es/info/gioq/docencia/trabajos/trabajos.html>

BIBLIOGRAFÍA:

A. Luis, *Coherencia clásica y cuántica: Estados Zombis* <https://www.ucm.es/qo/fc>
R. Galazo, I. Bartolomé, L. Ares, A. Luis, *Classical and quantum complementarity, impossible distributions and how much quantumness is truly quantum*, [arXiv:1811.12636](https://arxiv.org/abs/1811.12636)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica
TÍTULO:	Holografía analógica y aplicaciones
TITLE:	Analogic holography and applications
SUPERVISOR/ES:	Óscar Martínez Matos
NÚMERO DE PLAZAS:	2
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Estudio, comprensión y aplicaciones del proceso holográfico

METODOLOGÍA:

- 1.- Revisión bibliográfica: el método holográfico: registro y lectura de hologramas. Propiedades de la imagen reconstruida. Tipos de hologramas.
- 2.- Realización experimental de hologramas de transmisión o/y reflexión y aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] J. W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, Ed. Roberts&Company, Colorado, USA (2005).
- [2] P. Hariharan, Basics of holography, Cambridge University Press, New York, USA (2002).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica	
TÍTULO:	Polarización de la luz	
TITLE:	Polarized light	
SUPERVISOR/ES:	Gemma Piquero Sanz	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Revisión de los conceptos fundamentales sobre luz totalmente polarizada y por otro lado estudio de algunos conceptos más avanzados sobre luz parcialmente polarizada y/o no uniformemente polarizada, así como de diversas aplicaciones, interferencias con luz polarizada, polarimetría, actividad óptica natural, propagación en medios anisótropos, despolarización, etc.

Obtención de imágenes / experimentos relacionados con la polarización de la luz.

METODOLOGÍA:

1.- Revisión bibliográfica, por una parte de los conceptos fundamentales sobre luz totalmente polarizada así como sobre luz parcialmente polarizada y/o no uniformemente polarizada.

2.- Aplicaciones de la polarización.

4.- Diseño de experimentos sencillos.

5.- Otras actividades adicionales como asistencia a conferencias, seminarios y cursos. Cursos de la biblioteca dirigidos a TFG.

BIBLIOGRAFÍA:

[1] E. Hecht, Óptica (Addison-Wesley Iberoamerica, Madrid, 2000).

[2] J. M. Cabrera, F. J. Lopez y F. Agulló López, Óptica electromagnética (Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, EE.UU., 1993).

[3] A. Jenkins y H. E. White, Fundamentals of Optics (McGraw-Hill, New York, EE.UU., 1976).

[4] G. R. Fowles. Introduction to Modern Optics (Dover, New York, 1989).

[5] American Journal of Physics, Physics Education, The Physics Teacher.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica	
TÍTULO:	Fotografía computacional, modelo proyectivo de formación de imágenes	
TITLE:	Computational photography, projective model for image formation	
SUPERVISOR/ES:	Juan Antonio Quiroga Mellado	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El trabajo pretende introducir al alumno en el mundo de la fotografía computacional. En particular en el modelo proyectivo (pinole) de formación de imágenes. Este modelo es de utilidad en robótica y metrología óptica. Este modelo difiere del modelo refractivo tratado en óptica. El alumno estudiará la ligadura entre el modelo de formación de imágenes refractivo paraxial y el modelo proyectivo. También se estudiará el proceso de calibración de una cámara de acuerdo con el modelo proyectivo. Para esto se podrá usar MATLAB u otra herramienta apropiada.

METODOLOGÍA:

El alumno trabajará de forma autónoma con las referencias y tras familiarizarse con el tema se procederá a realizar un documento sobre estado del arte mediante una búsqueda de bibliografía relevante. El trabajo también incluirá la calibración una cámara de acuerdo al modelo proyectivo.

BIBLIOGRAFÍA:

- Camera calibration toolbox for MATLAB http://www.vision.caltech.edu/bouquetj/calib_doc/
- Visión por computador: imágenes digitales y aplicaciones, Gonzalo Pajares Martinsanz, Jesús Manuel de la Cruz García, ed. Ra-Ma, 2008



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica	
TÍTULO:	Aplicaciones de los cristales líquidos en elementos ópticos de focal variable	
TITLE:	Applications of liquid crystals in variable focal optical elements	
SUPERVISOR/ES:	Juan Antonio Quiroga Mellado	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El uso de cristales líquidos permite la fabricación de materiales con un índice de refracción que se puede cambiar en función de un estímulo externo como un campo eléctrico. En particular, muchos sistemas ópticos variables están basados en este principio, como por ejemplo los objetivos autofocus de los teléfonos móviles. En este trabajo el alumno estudiará las propiedades ópticas de los cristales líquidos y cómo se pueden usar para construir elementos ópticos de focal variable en función de un agente externo, como puede ser un campo eléctrico variable.

METODOLOGÍA:

El alumno trabajará de forma autónoma con las referencias y tras familiarizarse con el tema se procederá a realizar un documento sobre estado del arte mediante una búsqueda de bibliografía relevante.

BIBLIOGRAFÍA:

Susumu Sato, Applications of Liquid Crystals to Variable-Focusing Lenses, , Optical Review, Nov./Dec., 1999, Volume 6, Issue 6, pp 471-485
Hongwen Ren and Shin-Tson Wu, Introduction to Adaptive Lenses (Wiley Series in Pure and Applied Optics, Wiley, 2012



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica	
TÍTULO:	Fotografía computacional, Imágenes de alto rango dinámico (HDR)	
TITLE:	Computational photography, high dynamic range (HDR) images	
SUPERVISOR/ES:	Juan Antonio Quiroga Mellado	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

En muchas aplicaciones como la astro-fotografía o la caracterización de haces láser, las cámaras convencionales no tienen suficiente rango dinámico como para poder capturar en una sola imagen, con un único tiempo de exposición, todos los detalles relevantes de la escena. El objetivo de este proyecto es la familiarización e implementación de un método para la síntesis de imágenes de alto rango dinámico o HDR (High Dynamic Range). El HDR consiste en tomar diferentes imágenes de una misma escena a diferentes tiempos de integración y sintetizar una imagen digital final usando la información contenida en cada una de las capturas. Para esto se usará alguna herramienta (como MATLAB) que use las imágenes de prueba de la referencia [1] para implementar el método HDR para luego, mediante este programa, sintetizar una imagen HDR con imágenes digitales propias. Como resultado secundario se espera la obtención de las curvas de respuesta del sistema de captura de imágenes.

METODOLOGÍA:

El alumno trabajará de forma autónoma con las referencias y tras familiarizarse con el tema se procederá a realizar un documento sobre estado del arte mediante una búsqueda de bibliografía relevante

BIBLIOGRAFÍA:

[1] <http://cybertron.cg.tu-berlin.de/eitz/hdr/#downloads>

[2] <http://www.stuckincustoms.com/hdr-tutorial/>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica
TÍTULO:	Interacción luz-materia: fundamentos y aplicaciones
TITLE:	Light-matter interaction: fundamentals and applications
SUPERVISOR/ES:	José A. Rodrigo Martín-Romo
NÚMERO DE PLAZAS:	2
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Estudio y comprensión de los fundamentos de la interacción luz-materia y sus aplicaciones.

METODOLOGÍA:

1. Revisión bibliográfica de conceptos fundamentales sobre la interacción luz-materia y sus aplicaciones en el contexto de la Óptica Física.
2. Estudio de diferentes técnicas de interés tecnológico que exploten la interacción luz-materia, por ejemplo: trampas láser para manipulación de átomos y nano/micro-partículas, plasmónica, micro-mecanizado de materiales con láser, etc.
3. Búsqueda de bibliografía actual (artículos de investigación) relacionada con las aplicaciones.
4. Discusión de resultados.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Ashkin, A. *Optical Trapping and Manipulation of Neutral Particles Using Lasers: A Reprint Volume With Commentaries* (World Scientific Publishing Company, 2006).
2. Iida, T. & Ishihara, H. Theory of resonant radiation force exerted on nanostructures by optical excitation of their quantum states: From microscopic to macroscopic descriptions. *Phys. Rev. B - Condens. Matter Mater. Phys.* **77**, 1–16 (2008).
3. Chu, S., Hollberg, L., Bjorkholm, J. E., Cable, A. & Ashkin, A. Three-dimensional viscous confinement and cooling of atoms by resonance radiation pressure. *Phys. Rev. Lett.* **55**, 48–51 (1985).
4. Gattass, R. R. & Mazur, E. Femtosecond laser micromachining in transparent materials. *Nat. Photon.* **2**, 219–225 (2008).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica	
TÍTULO:	Moduladores espaciales de luz para el desarrollo de elementos ópticos difractivos	
TITLE:	Spatial Light Modulators for development of Diffractive Optical Elements	
SUPERVISOR/ES:	Luis Miguel Sánchez Brea	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

En Óptica es esencial modular las propiedades de la luz para que esta se comporte de la forma deseada. Los Moduladores Espaciales de Luz (SLM, Spatial Light Modulators) son sistemas optoelectrónicos con una disposición matricial de forma que cada píxel se puede controlar de forma independiente. Sus aplicaciones en el ámbito de la investigación y la industria son enormes.

El objetivo de este TFG es:

- Comprender el funcionamiento de un Modulador Espacial de luz.
- Saber utilizar de forma experimental un SLM.
- Desarrollar diversos elementos ópticos difractivos utilizando un SLM.

METODOLOGÍA:

- Estudio teórico del funcionamiento de los SLM.
- Uso experimental de SLM.
- Aplicaciones para el diseño de elementos ópticos difractivos.

BIBLIOGRAFÍA:

Carmelo Rosales-Guzmán; Andrew Forbes "How to Shape Light with Spatial Light Modulators SPIE press" (2017) <https://doi.org/10.1117/3.2281295>

Slinger, C.; Cameron, C.; Stanley, M.; "Computer-Generated Holography as a Generic Display Technology", IEEE Computer, Volume 38, Issue 8, Aug. 2005, pp 46–53
<http://www.macs.hw.ac.uk/modules/F24VS2/Resources/Holography.pdf>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica	
TÍTULO:	Computación óptica con Python	
TITLE:	Optical computation with Python	
SUPERVISOR/ES:	Luis Miguel Sánchez Brea	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El objetivo de este TFG es utilizar técnicas computacionales con Python para el estudio de fenómenos ópticos: polarización, interferencias, difracción, filtrado óptico, etc.

El profesor proporcionará módulos específicos a partir de los cuales se desarrollarán ejemplos computacionales de fenómenos ópticos. Estos ejemplos se podrán desarrollar en .py o en jupyter notebook.

Se espera que el alumno tenga cierta formación en computación (Python). Dependiendo del grado de conocimiento se utilizarán distintos módulos y técnicas: opencv, cython, multiprocessing, profiling, GUIs, etc...

METODOLOGÍA:

- Estudio de módulos científicos estándar (numpy, scipy, matplotlib, etc.)
- Estudio de módulos específicos para Óptica.
- Desarrollo y análisis de ejemplos propios.

BIBLIOGRAFÍA:

- Hans Petter Langtangen “Python Scripting for Computational Science” (2008) ISBN 978-3-540-73915-9
- Tarek Ziadé “Expert Python Programming” Packt Publishing (2008) ISBN 978-1-847194-94-7
- Sandro Tosi “Matplotlib for Python Developers” Packt Publishing (2009) ISBN 978-1-847197-90-0
- Ayuda de los módulos: Librería estándar, numpy, scipy, matplotlib, sympy, mayavi, pyQT



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica	
TÍTULO:	Aprendizaje automático cuántico	
TITLE:	Quantum Machine Learning	
SUPERVISOR/ES:	Luis Lorenzo Sánchez Soto	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Introducción a los aspectos más básicos de Quantum Machine Learning y aplicación a algunos problemas básicos de óptica cuántica, como reconstrucción tomográfica de estados en diversos sistemas experimentales.

METODOLOGÍA:

El aprendizaje automático cuántico es una reciente área interdisciplinar, que suma esfuerzos para combinar la mecánica cuántica y el aprendizaje automático.

Los algoritmos o modelos de aprendizaje automático cuántico intentan usar las ventajas de la información cuántica con el fin de mejorar el aprendizaje automático clásico, por ejemplo, desarrollando implementaciones eficientes de algoritmos clásicos mediante computación cuántica.

Los ordenadores cuánticos usan efectos como la coherencia óptica y entrelazamiento (*entanglement*) para procesar la información en modos que no son posibles para los ordenadores clásicos. En las dos últimas décadas hemos asistido a notables avances en la construcción de ordenadores cuánticos cada vez más potentes. Un algoritmo cuántico es un procedimiento paso a paso que se procesa en un ordenador cuántico con el fin de resolver un problema como puede ser una búsqueda en una base de datos. Los programas de *quantum machine learning* hacen uso de algoritmos cuánticos para procesar la información.

En principio los algoritmos cuánticos pueden superar claramente a los algoritmos clásicos cuando se trata de resolver determinados problemas. Es lo que se conoce como “la supremacía cuántica”. En este trabajo se trataría de ver cómo los ordenadores cuánticos y otros sistemas de procesamiento específicos tales como el *annealing* cuántico pueden ser usados para tareas de *quantum machine learning*.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- J. Biamonte, P. Wittek, N. Pancotti, P. Rebentrost, N. Wiebe, S. Lloyd, “Quantum machine learning”. *Nature* 549: 195–202 (2017)
- M. Schuld, I. Sinayskiy, F. Petruccione: “An introduction to quantum machine learning”. *Contemporary Physics* 56: 172–185 (2015)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica
TÍTULO:	Ecuaciones tipo Schrödinger no lineales
TITLE:	Nonlinear Schrödinger-type equations
SUPERVISOR/ES:	Ángel S. Sanz Ortiz
NÚMERO DE PLAZAS:	1
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Uno de los puntos clave en la evolución de los sistemas cuánticos es la acción que el entorno puede ejercer sobre ellos, lo cual da lugar al fenómeno que conocemos como decoherencia. Una forma efectiva de estudiar este efecto es mediante ecuaciones tipo Schrödinger no lineales (por ejemplo, ecuaciones como la de Kostin o Gross-Pitaevskii, o la de tipo campo autoconsistente de Hartree-Fock o Newton-Schrödinger), o incluso perturbaciones de tipo ruido (por ejemplo, el modelo de la difusión de estados cuánticos). Desde un punto de vista práctico, estas ecuaciones presentan una gran versatilidad, pudiendo utilizarse tanto en problemas relacionados con el transporte de energía electromagnética (luz) a través de fibras ópticas, como para describir condensados o modelos semiclásicos de universos.

El objetivo que se persigue en este trabajo es que el/la alumno/a realice un estudio y análisis de alguna de las ecuaciones citadas anteriormente en relación a la pérdida de coherencia que experimenta el sistema físico descrito mediante la misma.

METODOLOGÍA:

El trabajo incluye una primera fase de búsqueda bibliográfica y una segunda fase de trabajo teórico (desarrollos formales, manejo de aproximaciones y, en la medida de lo posible, simulaciones numéricas). En ambas fases el/la alumno/a contará con asesoramiento directo por parte del supervisor en sucesivas tutorías programadas.

BIBLIOGRAFÍA:

- *Decoherence and the Appearance of the Classical World in Quantum Mechanics*, D. Giulini, E. Joos, C. Kiefer, J. Kupsch, I.-O. Stamatescu and H.D. Zeh (Eds.) (Springer, Berlin, 1996).
- *The Theory of Open Quantum Systems*, H.-P. Breuer and F. Petruccione (Oxford University Press, Oxford, 2002).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica	
TÍTULO:	Difracción	
TITLE:	Diffraction	
SUPERVISOR/ES:	Julio Serna Galán	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Recopilación de información sobre el fenómeno de la difracción.

Realización de un programa informático que realice algún cálculo relacionado con la difracción.

Obtención de imágenes / experimentos relacionados con la difracción.

El objetivo concreto se ajustará teniendo en cuenta los intereses del alumno.

METODOLOGÍA:

Se hará una recopilación de las bases de la teoría de la difracción en libros de texto.

Se hará una búsqueda bibliográfica para fijar los aspectos concretos que se estudiarán. En su caso se desarrollará un programa informático y/o unos experimentos básicos.

BIBLIOGRAFÍA:

- E. Hecht y A. Zajac, *Óptica*.
- J. Goodman, *Introduction to Fourier Optics*.
- American Journal of Physics, Physics Education, The Physics Teacher.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica
TÍTULO:	¿Cómo se construye un láser?
TITLE:	How do you build a laser?
SUPERVISOR/ES:	Rosa Weigand
NÚMERO DE PLAZAS:	1
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El alumno se familiarizará con los conceptos básicos sobre la construcción de láseres: identificará las propiedades que debe tener un material para poder ser un material láser, entenderá el concepto de resonador óptico y diferenciará los conceptos de oscilador y amplificador.

METODOLOGÍA:

El alumno seguirá un libro básico sobre láseres para abordar los objetivos descritos arriba.

Asimismo podrá realizar una búsqueda bibliográfica sobre artículos didácticos sobre el tema.

Dependiendo de su interés, podría ilustrar el tema con la construcción de un láser sencillo o modelizando las ecuaciones que describen la dinámica temporal del dispositivo láser.

BIBLIOGRAFÍA:

O. Svelto, "Principles of Lasers", 5ª edición, Springer 2010.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica
TÍTULO:	¿Qué pasa cuando la luz es muy intensa? Fundamentos de óptica no lineal
TITLE:	What happens at high light intensities? Fundamentals of nonlinear optics
SUPERVISOR/ES:	Rosa Weigand
NÚMERO DE PLAZAS:	1
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El alumno se familiarizará con el hecho de que cuando la radiación es intensa los fenómenos ópticos son distintos de los que estamos acostumbrados a observar en el día a día. Abordará la formulación básica clásica que describe este régimen de interacción de la radiación con la materia y explicará alguno de los fenómenos a que da lugar (por ejemplo generación de nuevas frecuencias, absorción de dos fotones....).

METODOLOGÍA:

El alumno seguirá un libro básico sobre óptica no lineal para abordar los objetivos descritos arriba.

Asimismo podrá realizar una búsqueda bibliográfica sobre artículos didácticos sobre el tema.

Dependiendo de su interés, podría ilustrar el tema con algún experimento sencillo de un fenómeno óptico no lineal.

BIBLIOGRAFÍA:

G. New, "Introduction to Nonlinear Optics", Cambridge University Press, 2011.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	ÓPTICA	
TÍTULO:	ECUACIONES TIPO SCHRÖDINGER NO LINEALES	
TITLE:	NONLINEAR SCHRÖDINGER-TYPE EQUATIONS	
SUPERVISOR/ES:	ÁNGEL S. SANZ ORTIZ	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Uno de los puntos clave en la evolución de los sistemas cuánticos es la acción que el entorno puede ejercer sobre ellos, lo cual da lugar al fenómeno que conocemos como decoherencia. Una forma efectiva de estudiar este efecto es mediante ecuaciones tipo Schrödinger no lineales, en las que el efecto de dicho entorno se modela mediante términos efectivos no lineales, que suelen incluir funciones no lineales de la propia función de onda (por ejemplo, ecuaciones como la de Kostin o la de Gross-Pitaevskii, o la de tipo campo autoconsistente de Hartree-Fock o Newton-Schrödinger), o incluso perturbaciones de tipo ruido (por ejemplo, el modelo de la difusión de estados cuánticos). Desde un punto de vista práctico, estas ecuaciones presentan una gran versatilidad, pudiendo utilizarse tanto en problemas relacionados con el transporte de energía electromagnética (luz) a través de fibras ópticas, como para describir condensados o modelos semiclásicos de universos.

El objetivo principal que se persigue en este trabajo es que el/la alumno/a realice un estudio y análisis de alguna de las ecuaciones citadas anteriormente en relación con la pérdida de coherencia que experimenta el sistema físico descrito mediante la misma. Este trabajo constituye un puente entre conocimientos técnicos ya adquiridos y nuevos conocimientos que se aplican actualmente.

METODOLOGÍA:

El trabajo está organizado de tal manera que incluye una primera fase de búsqueda bibliográfica, que permita al/la alumno/a obtener una visión general del problema tratado (aprendizaje y manejo de bibliografía y recursos bibliográficos especializados),



y una segunda fase de trabajo teórico (desarrollos formales, manejo de aproximaciones y, en la medida de lo posible, simulaciones numéricas).

En ambas fases, el/la alumno/a contará con asesoramiento directo por parte del profesor supervisor del trabajo con objeto de que las diversas tareas asignadas se desarrollen de la forma más eficiente posible y permitan la consecución de los objetivos marcados. Para ello, el/la alumno/a recibirá orientación en las sucesivas tutorías que se irán programando a lo largo del curso.

BIBLIOGRAFÍA:

- *Bose-Einstein Condensation in Dilute Gases*, C. J. Pethick and H. Smith (Cambridge University Press, Cambridge, 2002).
- “On the Schrödinger-Langevin equation,” M. D. Kostin, *J. Chem. Phys.* **57**, 3589-3591 (1972).
- “On Gravity’s role in quantum state diffusion,” R. Penrose, *Gen. Rel. Grav.* **28**, 581-600 (1996).
- “Is quantum theory intrinsically nonlinear?,” D. Schuch, *Phys. Scr.* **87**, 038117(1-10) (2013).
- “The quantum state diffusion picture of physical processes,” N. Gisin and I.C. Percival, *J. Phys. A: Math. Gen.* **26**, 2245-2260 (1993).
- *Quantum State Diffusion*, I.C. Percival (Cambridge University Press, Cambridge, 1998).
- *Decoherence and the Appearance of the Classical World in Quantum Mechanics*, D. Giulini, E. Joos, C. Kiefer, J. Kupsch, I.-O. Stamatescu and H.D. Zeh (Eds.) (Springer, Berlin, 1996).
- *The Theory of Open Quantum Systems*, H.-P. Breuer and F. Petruccione (Oxford University Press, Oxford, 2002).