



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	ÓPTICA		
TÍTULO:	Polarización de la luz		
TITLE:	Polarized light		
SUPERVISOR/ES:	Gemma Piquero		
e-mail Supervisor/es	piquero@ucm.es		
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 o experiencias de cátedra.
- 5.- Memoria y exposición de los resultados obtenidos.
- 6.- Otras actividades adicionales como asistencia a conferencias, seminarios y cursos. Cursos de la biblioteca dirigidos a TFGs.

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, Fundamental of optics (McGraw-Hill, New York, EE.UU., 1976).
- [4] G. R. Fowles. Introduction to Modern Optics, Dover, New York (1989). American Journal of Physics, Physics Education, The Physics Teacher.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Optica	
Título:	Fotografía computacional, Imágenes de alto rango dinámico (HDR)	
Title:	Computational photography, high dynamic range (HDR) images	
Supervisor/es:	J. A. Quiroga	
E-mail supervisor/es	aq@fis.ucm.es	
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. Ante cualquier duda, el alumno puede ponerse en contacto con el profesor Juan Antonio Quiroga aq@fis.ucm.es

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 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Óptica	
Título:	Fotografía computacional, modelo proyectivo de formación de imágenes	
Title:	Computational photography, projective model for image formation	
Supervisor/es:	J. A. Quiroga	
E-mail supervisor/es	aq@fis.ucm.es	
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. Así mismo 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. Ante cualquier duda, el alumno puede ponerse en contacto con el profesor Juan Antonio Quiroga aq@fis.ucm.es

BIBLIOGRAFÍA:

- Camera calibration toolbox for MATLAB
http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/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

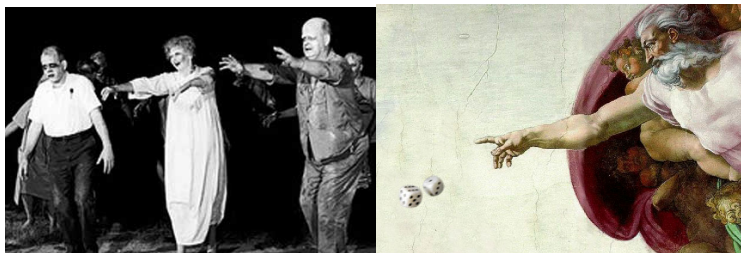


GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica
TÍTULO:	Coherencia y Óptica Cuántica
TITLE:	Coherence and Quantum Optics
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: La coherencia es un concepto fundamental que no es un fenómeno por sí mismo, pero que es necesario para todos los fenómenos más interesantes en óptica y cuántica, hasta el punto de que sin coherencia no hay física cuántica, ni interferencia, ni polarización, ni difracción. El encuentro de coherencia, óptica y cuántica produce maravillas como aleatoriedad sin probabilidades, gatos zombis que no están ni vivos ni muertos, la luz del vacío o la visión sin luz. Todo un desafío para nuestra intuición física. Vale la pena estudiar la coherencia y la luz no clásica, sus propiedades y aplicaciones, para capturar todo su misterio y belleza, y acercarnos a la comprensión del universo que buscamos como físicos.



METODOLOGÍA: El trabajo es de carácter teórico. Tareas a realizar: Definiciones, propiedades y aplicaciones de coherencia y estados de luz no clásicos. Los objetivos y tareas se concretarán de acuerdo con los alumnos.

BIBLIOGRAFÍA: A. Luis, *Coherencia clásica y cuántica: Estados Zombis*

<https://www.ucm.es/data/cont/docs/1461-2017-10-20-quantum%20zombis.pdf>

R. Galazo, I. Bartolomé, L. Ares, A. Luis, *Classical and quantum complementarity, impossible distributions and how much quantumness is truly quantum*

<https://arxiv.org/abs/1811.12636>

Trabajos realizados en cursos anteriores:

<http://webs.ucm.es/info/gioq/docencia/trabajos/trabajos.html>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Departamento de Óptica	
TÍTULO:	Estimación local de la CTF del microscopio electrónico mediante PCA	
TITLE:	Local estimation of the CTF electron microscope using PCA	
SUPERVISOR/ES:	Javier Vargas	
e-mail Supervisor/es	jvargas@ucm.es	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

La criomicroscopía electrónica es una forma de microscopía electrónica en la que se obtienen reconstrucciones 3D de macromoléculas biológicas a reconstrucción atómica. Una de las partes más importantes del proceso es el procesamiento y análisis de los datos y de los resultados obtenidos, siendo especialmente relevante la estimación de la función de transferencia del microscopio o CTF para su posterior corrección. El objetivo de este trabajo es mejorar la estimación de la CTF mediante técnicas de análisis de datos como es el análisis por componentes principales (PCA).

METODOLOGÍA:

El trabajo consistirá en los siguientes puntos:

1. Estudio de la bibliografía
2. Implementación de [1] en Matlab
3. Analizar distintas micrografías de cryo-EM y las limitaciones de la base en términos computacionales (tiempo/memoria requerida).

Conocimientos previos recomendados:

-Conocimientos de Matlab

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] J. Vargas, J. A. Quiroga and T. Belenguer, Optics Letters 36(8) 1326-1328 (2011)
- [2] J. Vargas et al., Journal of Structural Biology 181(2) 136-48 (2013)
- [3]https://www.youtube.com/watch?v=gDgFbAqdM_c&list=PL8_xPU5epJdctoHdQjpfHmd_z9WvGxK8-



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Departamento de Óptica	
TÍTULO:	Determinación robusta de la resolución local en cryo-EM	
TITLE:	Robust determination of local resolution in cryo-EM	
SUPERVISOR/ES:	Javier Vargas	
e-mail Supervisor/es	jvargas@ucm.es	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

La criomicroscopía electrónica es una forma de microscopía electrónica en la que se obtienen reconstrucciones 3D de macromoléculas biológicas a reconstrucción atómica. Una de las partes más importantes del proceso es el procesamiento y análisis de los datos y de los resultados obtenidos, siendo especialmente relevante la estimación de la resolución/resolución local de la reconstrucción 3D producida. El objetivo de este trabajo es obtener la resolución/resolución local de reconstrucciones 3D de macromoléculas biológicas mediante el uso de la función de autocorrelación del mapa y/o del decaimiento de la energía de la señal.

METODOLOGÍA:

El trabajo consistirá en los siguientes puntos:

1. Estudio de la bibliografía
2. Implementación de los métodos en Matlab
3. Analizar distintas reconstrucciones 3D y las limitaciones de la base en términos computacionales (tiempo/memoria requerida).

Conocimientos previos recomendados: Conocimientos de Matlab

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] JL.Vilas et al, Structure 26(2) 337-344 (2018)
[2] TK. Avramov et al., Molecules 24(6) 1181 (2019)
[3]https://www.youtube.com/watch?v=gDgFbAqdM_c&list=PL8_xPU5epJdctoHdQjpfHmd_z9WvGxK8-



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	ÓPTICA	
Título:	Computación óptica con Python	
Title:	Optical computation with Python	
Supervisor/es:	Luis Miguel Sánchez Brea / Jesús del Hoyo Muñoz	
E-mail supervisor/es	optbrea@ucm.es / jhoyo@ucm.es	
Número de plazas:	2	
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
- <https://diffractio.readthedocs.io>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Departamento de Óptica	
TÍTULO:	Principios y aplicaciones de espectroscopia Raman	
TITLE:	Fundamentals and applications of Raman Spectroscopy	
SUPERVISOR/ES:	Laura Martínez Maestro	
e-mail Supervisor/es	lauram40@ucm.es	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

La espectroscopía Raman es una técnica dentro de la espectroscopía vibracional, que se basa en la dispersión inelástica de la luz. Desde el desarrollo del primer espectrómetro Raman comercial en 1953, los avances en láseres y detectores y el descubrimiento de nuevos fenómenos han expandido el uso de esta técnica en varios campos de investigación.

En el presente proyecto se busca profundizar en los fundamentos de la espectroscopía Raman tanto de manera teórica como con la toma de espectros de diferentes materiales.

METODOLOGÍA:

Para el presente proyecto se realizará una búsqueda bibliográfica a la vez que se se realizará la toma de espectros de diferentes materiales para obtener una comprensión más en profundidad de la espectroscopía Raman.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Lewis, I. R., & Edwards, H. (2001). *Handbook of Raman spectroscopy: from the research laboratory to the process line*. CRC press.
2. Dietzek, B., Cialla, D., Schmitt, M., & Popp, J. (2010). Introduction to the fundamentals of Raman spectroscopy. In *Confocal Raman Microscopy* (pp. 21-42). Springer, Berlin, Heidelberg.
3. Xu, Z., He, Z., Song, Y., Fu, X., Rommel, M., Luo, X., ... & Fang, F. (2018). Topic review: application of Raman spectroscopy characterization in micro/nano-machining. *Micromachines*, 9(7), 361.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	OPTICA	
Título:	Regla de oro de Fermi	
Title:	Fermi's Golden Rule	
Supervisor/es:	Rosa Weigand	
E-mail supervisor/es	weigand@fis.ucm.es	
Número de plazas:	2	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El alumno deberá explicar el sentido de la regla de oro de Fermi para las probabilidades de transición radiativas y su rango temporal de aplicación.

METODOLOGÍA:

El alumno seguirá un texto básico de óptica no lineal. Asimismo, podrá realizar una búsqueda bibliográfica sobre artículos didácticos sobre el tema.

BIBLIOGRAFÍA:

R. W. Boyd, Nonlinear Optics, Elsevier-Academic Press 2009.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Optica	
Título:	Metrología cuántica con estructuras causales indefinidas	
Title:	Quantum metrology on indefinite causal structures	
Supervisor/es:	Luis Lorenzo Sánchez Soto	
E-mail supervisor/es	lsanchez@fis.ucm.es	
Número de plazas:	2	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Uno de los conceptos más fundamentales de la física es el de causalidad: la idea de que los eventos en el presente son causados por eventos en el pasado y, a su vez, actúan como causas de eventos en el futuro. Sin embargo, la teoría cuántica podría requerir considerar situaciones más generales en las que el orden causal entre eventos se vuelve indefinido. Por ejemplo, podría existir una estructura causal indefinida que corresponda a una superposición cuántica de "A que causa B" y "B que causa A".

Recientemente se ha desarrollado un marco teórico que asume que las operaciones en los laboratorios locales están descritas por la mecánica cuántica, pero donde no se hace referencia a ninguna relación causal global entre estas operaciones. La noción central del formalismo es la de un *proceso*, que es una generalización de la noción de un *estado físico* (grados de libertad en una hipersuperficie de género espacio) y de un *canal* (grados de libertad en una hipersuperficie de género tiempo). Sorprendentemente, este formalismo permite procesos que no están ordenados causalmente ni en una mezcla probabilística de procesos ordenados causalmente, es decir, no pueden entenderse como canales o estados cuánticos. Un proceso se denomina causalmente separable si puede descomponerse como una combinación convexa de procesos ordenados causalmente; de lo contrario, no es causalmente separable.

Los procesos causalmente no separables pueden dar lugar a correlaciones que pueden violar las *desigualdades causales* que se satisfacen si los eventos se ordenan de

acuerdo con un orden causal fijo. Ésta es una analogía directa con la famosa violación de las desigualdades de Bell por correlaciones cuánticas, que se satisfacen si las correlaciones cumplen la condición de causalidad local.

Metodología:

En este TFG se propone estudiar el uso de un *interruptor cuántico* (quantum switch), un sistema que puede controlar coherentemente el orden en el que se aplican las operaciones γ , por tanto, realizar superposiciones de circuitos causales. Tales *superposiciones causales* ofrecen ventajas sustanciales para diversas tareas cuánticas. En este caso nos centraremos en metrología cuántica con fotones, intentando demostrar que el famoso límite de resolución de Heisenberg (con un comportamiento $1/N$, siendo N el número de fotones) puede violarse, dando lugar a superresolución, con importantes ventajas sobre esquemas convencionales.

Bibliografía:

- O. Oreshkov, F. Costa, Č. Brukner: Quantum correlations with no causal order, Nat. Commun. **3**, 1092 (2012).
- C. Branciard, M. Araújo, F. Costa, A. Feix, and Č. Brukner: The simplest causal inequalities and their violation, New J. Phys. **18**, 013008 (2016).
- X. Zhao, Y. Yang, G. Chiribell: Quantum metrology with indefinite causal order, Phys. Rev. Lett. **124**, 190503 (2020).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Óptica	
Título:	Micro-tomografía de rayos X para aplicaciones biomédicas	
Title:	X-ray micro-tomography for biomedical applications	
Supervisor/es:	Tatiana Alieva	
E-mail supervisor/es	talieva@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Entender el proceso de formación de imágenes 3D biomédicas con un tubo de rayos X de micro-foco (microCT). Poder aplicar los métodos de análisis de imágenes.

Metodología:

- Revisión bibliográfica de conceptos básicos de obtención de imagen 2D y 3D empleando radiación de rayos X.
- Estudio de proceso de reconstrucción de imágenes 3D a partir de las proyecciones.
- Estudio de características de microCT y análisis de diferentes condiciones experimentales.
- Análisis de imágenes obtenidas en CAI UCM con Fiji.

Bibliografía:

1. P. Suetens, *Fundamentals of Medical Imaging*, Cambridge University Press (2017).
2. A. Plessis, C. Broeckhoven, A. Guelpa, and S. Gerhard le Roux, *Laboratory x-ray micro-computed tomography: a user guideline for biological samples*, *GigaScience* 6, 1–11 (2017).
3. J. Rueckel, M. Stockmar, F. Pfeiffer, J. Herzen, *Spatial resolution characterization of a X-ray microCT system*, *Applied Radiation and Isotopes* 94, 230–234 (2014).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Óptica	
Título:	Tomografía de índice de refracción	
Title:	Refractive index tomography	
Supervisor/es:	Tatiana Alieva	
E-mail supervisor/es	talieva@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El índice de refracción (RI) puede servir como un marcador intrínseco para objetos transparentes (objetos de fase), como células y tejidos biológicos.

El objetivo de este trabajo es entender los fundamentos de tomografía de RI, estudiar las ventajas y limitaciones de diferentes modalidades y analizar las imágenes experimentales.

Metodología:

- Revisión bibliográfica de conceptos básicos de tomografía de RI.
- Análisis comparativo de diferentes modalidades.
- Análisis de imágenes experimentales con Fiji.

Bibliografía:

1. M. Born and E. Wolf. Principles of optics: electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light. Elsevier, 2013.
2. Y. Park, C. Depeursinge, and G. Popescu. Quantitative phase imaging in biomedicine. Nat. Photonics, 12(10):578, 2018.
3. M. H. Jenkins and T. K. Gaylord. Three-dimensional quantitative phase imaging via tomographic deconvolution phase microscopy. Appl. Opt., 54(31):9213, 2015.
4. Nanolive website. <http://nanolive.ch/>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Óptica	
Título:	Óptica más allá de la Óptica	
Title:	Optics Beyond Optics	
Supervisor/es:	Ángel S. Sanz Ortiz	
E-mail supervisor/es	a.s.sanz@fis.ucm.es	
Número de plazas:	3	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Realizar un estudio teórico de problemas aparentemente ajenos a la Óptica, pero en cuya solución existe una fuerte presencia de esta disciplina.

Este estudio permitirá al/a alumno/a un acercamiento a la Óptica desde una perspectiva totalmente diferente a la que está acostumbrado/a en el Grado, mostrándole una perspectiva más transversal (interdisciplinar) de la misma, en particular, de la versatilidad de su aparataje teórico.

En concreto, el/a alumno/a podrá escoger un problema de entre los siguientes: lentes gravitatorias, formación de imágenes en tomografía por emisión de positrones, invisibilidad en metamateriales.

Metodología:

- Revisión bibliográfica para evaluar el estado actual del tema, así como detectar avances y perspectivas.
- Análisis teórico-analítico de aquellos modelos que permiten establecer un vínculo más directo y/o analogías con la Óptica.
- En los casos donde sea viable, análisis numérico propio empleando los modelos estudiados.

Bibliografía:

- *Principles of Gravitational Lensing*, A. B. Congdon & Ch. R. Keeton (Springer, 2018).
- *Basics of PET Imaging*, G. B. Saha (Springer, 2016), 3rd Ed.
- *Optical Metamaterials*, W. Cai and V. Shalaev (Springer, 2010).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Óptica	
Título:	Criptografía cuántica	
Title:	Quantum Cryptography	
Supervisor/es:	Ángel S. Sanz Ortiz	
E-mail supervisor/es	a.s.sanz@fis.ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Estudio y análisis a un nivel introductorio de la criptografía cuántica, en el que se pretende que el/la alumno/a aborde aspectos tales como la importancia e interés de esta tecnología cuántica, una revisión de los principales protocolos criptográficos desarrollados hasta la fecha, la eficiencia y principales diferencias entre tales protocolos, la investigación a un nivel más formal de la base teórica de alguno de ellos y su operatividad, o su implementación práctica a nivel de laboratorio y/o comercial.

Metodología:

- Revisión bibliográfica para evaluar el estado actual del tema, así como detectar avances y perspectivas.
- Análisis formal de los protocolos criptográficos más conocidos (al menos, alguno de ellos) y empleados en la actualidad, así como de su implementación práctica.
- Estudio de los métodos experimentales de producción y distribución de claves cuánticas (*quantum key distribution*).

Bibliografía:

- *The Physics of Quantum Information: Quantum Cryptography, Quantum Teleportation, Quantum Computation*, D. Bouwmeester, A. Ekert, A. Zeilinger, Eds. (Springer, Berlin, 2000).
- *Quantum Computation and Quantum Information*, M. A. Nielsen, I. L. Chuang (Cambridge University Press, Cambridge, 2004).
- "Light for the quantum. Entangled photons and their applications: a very personal perspective," A. Zeilinger, *Phys. Scr.* **92**, 072501 (2017).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Óptica	
Título:	Difracción	
Title:	Diffraction	
Supervisor/es:	Julio Serna Galán	
E-mail supervisor/es	azul@ucm.es	
Número de plazas:	2	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Objetivo 1. Recopilación de información sobre el fenómeno de la difracción.

Objetivo 2. Realización de un programa informático que realice cálculos relacionados con la difracción.

Objetivo 3. Obtención de imágenes / experimentos relacionados con la difracción (rango microondas, visible, rayos X).

El objetivo concreto (proporciones entre Objetivos 2 y 3 y temas dentro de cada uno de los objetivos) 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 de difracción.

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 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Optica	
Título:	Interacción luz-materia: fundamentos y aplicaciones	
Title:	Light-matter interaction: fundamentals and applications	
Supervisor/es:	José A. Rodrigo	
E-mail supervisor/es	jarmar@ucm.es	
Número de plazas:	1	
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. Redacción de la memoria y 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 2021-22

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Óptica	
TÍTULO:	Haces Airy y su aplicación a los plasmones de superficie	
TITLE:	Airy beams and its application to surface plasmons	
SUPERVISOR/ES:	Rosario Martínez Herrero	
e-mail Supervisor/es	rosarmar@fis.ucm.es	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Aplicar los haces Airy en su versión monodimensional al análisis de los plasmones superficiales generados en una interfaz dieléctrico/metal.

El trabajo es teórico

METODOLOGÍA:

- 1.-Revisión de las propiedades de los haces Airy.
- 2.- Revisión de los plasmones de superficie generados en una interfaz dieléctrico/metal en aproximación paraxial
- 3.- Aplicación de los haces Airy a los plasmones de superficie en las condiciones del apartado anterior
- 4.- Memoria y exposición de los resultados obtenidos

BIBLIOGRAFÍA:

1. Efremidis, Nikolaos K., et al. "Airy beams and accelerating waves: an overview of recent advances." *Optica* 6.5 (2019): 686-701.
2. Martínez-Herrero, Rosario, Alejandro Manjavacas. "Basis for paraxial surface-plasmon-polariton packets." *Physical Review A* 94.6 (2016): 063829.