

Course guide

230555 - QO - Quantum Optics

Last modified: 16/06/2023

Unit in charge: Barcelona School of Telecommunications Engineering

Teaching unit: 1022 - UAB - (ANG) pendent.

Degree: MASTER'S DEGREE IN PHOTONICS (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2023 **ECTS Credits:** 3.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: Ahufinger Breto, Verónica

Others: Valles Mari, Adam

PRIOR SKILLS

Basic knowledge on quantum physics

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:

CE2. (ENG) Màster en Fotònica:

Demostrar que comprende las peculiaridades que comporta el modelo cuántico para la interacción luz-materia.

CE9. (ENG) Màster en Fotònica:

Capacidad para sintetizar y exponer los resultados de investigación en fotonica según los procedimientos y convenciones de las presentaciones científicas en inglés.

Generical:

CG1. (ENG) Màster en Fotònica:

Capacidad para proyectar, diseñar e implantar productos, procesos, servicios e instalaciones en algunos ámbitos de la fotónica como los relacionados con la ingeniería fotónica, la nanofotónica, la óptica cuántica, las telecomunicaciones y la biofotónica

CG2. (ENG) Màster en Fotònica:

Capacidad para la modelización, cálculo, simulación, desarrollo e implantación en centros de investigación, centros tecnológicos y empresas, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Fotónica.

CG4. (ENG) Màster en Fotònica:

Capacidad para entender el carácter generalista y multidisciplinario de la fotonica viendo su aplicación por ejemplo a la medicina, biología, energía, comunicaciones o la industria

Transversal:

2. ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION: Being aware of and understanding how companies are organised and the principles that govern their activity, and being able to understand employment regulations and the relationships between planning, industrial and commercial strategies, quality and profit.

3. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

CT4. (ENG) Màster en Fotònica:

USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN. Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de la especialidad y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

5. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

Basic:

CB7. (ENG) 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.

CB6. (ENG) 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

CB8. (ENG) 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 limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicio.

CB10. (ENG) 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.

TEACHING METHODOLOGY

- Lectures
- Resolution of exercises in the classroom

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

This course will provide a wide-ranging introduction to the field of quantum optics, developing in detail the semiclassical and quantum theories of light-matter interaction.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours large group	24,0	32.00
Self study	51,0	68.00

Total learning time: 75 h

CONTENTS

1. Semiclassical theory of light-matter interactions

Description:

Rate equations. Schrödinger equation. Two-level atom under the rotating wave approximation. AC-Stark splitting. Dressed atom. Rabi oscillations. Mollow triplet. Autler-Townes doublet. Dipole force. Density matrix formalism. Two and three-level atoms. Coherent population trapping. Electromagnetically Induced Transparency. Stimulated Raman Adiabatic Passage.

Full-or-part-time: 11h

Theory classes: 11h

2. Quantum theory of light-matter interaction

Description:

Classical Electrodynamics. Quantization of the e.m. field. Quantum states of the free e.m. field. Vacuum states. Fock states. Coherent States. Squeezed states. Jaynes-Cummings model. Weisskopf-Wigner treatment for spontaneous emission. Quantum Rabi Oscillations. Collapses and revivals. Cavity quantum electrodynamics.

Full-or-part-time: 11h 30m

Theory classes: 11h 30m

GRADING SYSTEM

Two activities will be evaluated:

- Written exam (60%)
- Homework assessments (40%)

In addition, there will be an oral recovery exam for those students who have not passed the subject once the written exam and the delivery of problems have been evaluated.

BIBLIOGRAPHY

Basic:

- Walls, D. F.; Milburn, G. J. Quantum optics. Springer-Verlag, cop. 2008. ISBN 9783540285731.
- Gerry, C.; Knight, P. Introductory quantum optics. Cambridge University Press, 2005. ISBN 052152735X.
- Meystre, P.; Sargent, M. Elements of quantum optics. 4th. Springer-Verlag, 2007. ISBN 9783540742098.
- Scully, M.O. Quantum optics. Cambridge University Press, 1997. ISBN 0521435951.

Complementary:

- Cohen-Tannoudji, C; Dupont-Roc, J; Grynberg, G. Atom-photon interactions: basic processes and applications. John Wiley & Sons, 1998. ISBN 0471293369.
- Cohen-Tannoudji, C.; Dupont-Roc, J.; Grynberg, G. Photons and atoms: introduction to quantum electrodynamics. John Wiley & Sons, 1997. ISBN 0471184330.

RESOURCES

Computer material:

- Oregon Center for Optics and Department of Physics. Oregon University. Resource

Hyperlink:

- Steck, D.A. Quantum and atom optics (2007). Resource.
[https://discovery.upc.edu/discovery/fulldisplay?docid=alma991001120249706711&context=L&vid=34CSUC_UPC:VU1&lang=ca-](https://discovery.upc.edu/discovery/fulldisplay?docid=alma991001120249706711&context=L&vid=34CSUC_UPC:VU1&lang=ca)
<http://atomoptics.uoregon.edu/> dsteck/teaching/quantum-optics/quantum-optics-notes.pdf. Resource