

Ultrafast Laser Physics and Techniques for Soft - Condensed Matter [510828]

Teaching Language

Italian & English

Prerequisites

Basic knowledge of Photonics and principles of diffraction

Training objectives and learning outcomes

The course has the main objective of providing the student with basic training in the fundamental concepts and recent developments in the field of ultrafast laser physics, introducing the basic theory to understand ultrafast phenomena in condensed matter physics. It aims to provide even non-experts with a starting point to enter the field of laser physics, both continuous wave (CW) and ultrafast, providing the derivations. At the end of the course, the student will have acquired the specific terminology to describe physical phenomena and their observables on an ultrafast scale, and a rigorous method to explain the foundations and derivations of the physics of femtosecond lasers

Program and contents

The course intends to cover fundamental technological and theoretical aspects of:

- Fundamental properties of laser radiation
- Fourier transform & inverse with fundamental theorems convolution, delta function (summary)
- Fundamentals and methods of Fresnel and Fraunhofer Diffraction
- Fundamentals and methods of coherent diffractive imaging based on Fourier Transform
- Fundamentals and methods of Absorption and Emission of X-rays
- Linear pulse propagation and dispersion compensation
- Nonlinear pulse propagation and nonlinear optics of ultrashort pulses
- Q-switching & Mode Locking
- Tabletop pulsed X-ray sources: High Harmonic Generation
- Pulsed sources of electrons
- Pulsed X-ray sources from facility scales – synchrotrons and free electron lasers
- Examples of pump-probe studies with combined techniques

Teaching methods

Lectures with 5% group work on selected topics

The slides and scientific articles shown in class are made available on Kiro

Reference texts

- U. Keller, Ultrafast Lasers - A Comprehensive Introduction to Fundamental Principles with Practical Applications, Springer International Publishing, eBook ISBN 978-3-030-82532-4, 2021
- John M. Cowley, Diffraction Physics, North-Holland Publishing Company, ISBN 0 444 86121 1
- O. Svelto, Principles of Lasers, Springer, New York, ISBN 978-1-4419-1301-2
- Joseph W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, The McGraw-Hill Companies, ISBN 0 07 024254 2

Learning assessment methods

Oral exam. The questions cover the entire program. The student shall demonstrate that s/he has acquired basic notions, that s/he is able to concisely explain the topics and that s/he can think critically about concrete problems of solid state physics that can be addressed applying the methods seen in class

More information

According to the guidelines of the Innovative Teaching Project, students who certify that they are in one of the conditions listed in Annex A are guaranteed: up to 2 hours of office hours per week (also online), support through tutoring/supplementary teaching, additional teaching material

2030 Agenda objectives for sustainable development

This teaching contributes to the realization of the UN objectives of the 2030 Agenda for Sustainable Development: Ob4, Ob9

FISICA E TECNICHE ULTRAVELOCI PER LO STATO SOLIDO [510828]

Lingua insegnamento

Italiano e Inglese

Prerequisiti

Conoscenza base di Fotonica e dei principi della diffrazione

Obiettivi formativi e risultati di apprendimento

Il corso ha l'obiettivo principale di fornire allo studente una formazione di base nell'ambito dei concetti fondamentali e degli recenti sviluppi nel campo della fisica dei laser ultraveloci, introducendo la teoria di base per comprendere i fenomeni ultraveloci in fisica della materia condensata. Ha lo scopo di fornire anche ai non esperti una base di partenza per entrare nel campo della fisica dei laser, sia ad onda continua (CW) che ultraveloci, fornendone le derivazioni. Alla fine del corso, lo studente avrà acquisito la terminologia specifica per descrivere fenomeni fisici e loro osservabili su scala ultraveloce, ed un metodo rigoroso per spiegare fondamenti e derivazioni della fisica dei laser al femtosecondo

Programma e contenuti

Il corso intende coprire aspetti tecnologici e teorici fondamentali di:

- Proprietà fondamentali della radiazione laser
- Trasformata di Fourier & inversa con teoremi fondamentali convoluzione, delta function (riepilogo)
- Fondamenti e metodi di Diffrazione di Fresnel e Fraunhofer
- Fondamenti e metodi di imaging diffrattivo coerente basato su Trasformata di Fourier
- Fondamenti e metodi di Assorbimento ed Emissione di Raggi X
- Propagazione lineare dell'impulso e compensazione della dispersione
- Propagazione dell'impulso non lineare e ottica non lineare degli impulsi ultracorti
- Q-switching & Mode Locking
- Sorgenti impulsate di raggi X da tavolo: generazione di armoniche superiori
- Sorgenti impulsate di elettroni
- Sorgenti impulsate Raggi X da facility scale – sincrotroni e Laser a Elettroni Liberi
- Esempi di studi pump-probe con tecniche combinate

Metodi didattici

Lezioni frontali con 5% di lavoro di gruppo su temi selezionati

Le slides e gli articoli scientifici mostrati a lezione sono resi disponibili su Kiro

Testi di riferimento

- U. Keller, Ultrafast Lasers - A Comprehensive Introduction to Fundamental Principles with Practical Applications, Springer International Publishing, eBook ISBN 978-3-030-82532-4, 2021
- John M. Cowley, Diffraction Physics, North-Holland Publishing Company, ISBN 0 444 86121 1
- O. Svelto, Principles of Lasers, Springer, New York, ISBN 978-1-4419-1301-2
- Joseph W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, The McGraw-Hill Companies, ISBN 0 07 024254 2

Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale. I quesiti vertono su tutto il programma e lo studente deve dimostrare di aver acquisito nozioni di base, di saper spiegare concisamente gli argomenti e di saper ragionare su problemi concreti di fisica dello stato solido applicando i metodi visti a lezione

Altre informazioni

Secondo le linee guida del Progetto Didattica Innovativa, per gli studenti che certificano di trovarsi in una delle condizioni riportate nell'Allegato A sono garantite: fino a 2 ore di ricevimento alla settimana (anche online), supporto tramite tutorato/didattica integrativa, materiale didattico aggiuntivo

Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile

Questo insegnamento concorre alla realizzazione degli obiettivi ONU dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile: Ob 4, Ob 9