

Testi del Syllabus

Resp. Did. **MANCINI GIULIA FULVIA** **Matricola: 050112**

Docente **MANCINI GIULIA FULVIA, 6 CFU**

Anno offerta: **2026/2027**

Insegnamento: **510828 - FISICA E TECNICHE ULTRAVELOCI PER LO STATO SOLIDO**

Corso di studio: **08430 - SCIENZE FISICHE**

Anno regolamento: **2026**

CFU: **6**

Settore: **PHYS-03/A**

Tipo Attività: **B - Caratterizzante**

Anno corso: **1**

Periodo: **Primo Semestre**



Testi in italiano

Lingua insegnamento

ITALIANO

Prerequisiti

Conoscenze di base di elettromagnetismo, principi di diffrazione, spettroscopia.

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 e la loro applicazione 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:

- Fondamenti di analisi di sistemi e segnali bidimensionali
- Fondamenti di Scalar Diffraction Theory
- Diffrazione di Fresnel e Fraunhofer
- Proprietà fondamentali della radiazione laser
- Propagazione lineare degli impulsi ultracorti, dispersione e compensazione
- Propagazione non-lineare degli impulsi ultracorti
- Q-switching, Mode Locking & Chirped Pulse Amplification
- Amplificatori Ottici Parametrici per impulsi ultracorti
- Riflettività transiente broadband & applicazioni
- Diffrazione e microscopia ultraveloci con elettroni & applicazioni
- Generazione di Raggi X su scala di Sincrotrone e Laser a Elettroni Liberi
- Assorbimento ed Emissione di Raggi X risolti in tempo & applicazioni
- Generazione di armoniche superiori (HHG)
- Metodi di imaging diffrattivo coerente & applicazioni

Metodi didattici	Lezioni frontali con 5% di lavoro di gruppo, piccoli esperimenti, e/o esercizi su temi del corso. Il materiale mostrato a lezione e' reso disponibile su Kiro. Su Kiro vengono indicati i concetti e le derivazioni che lo studente deve aver acquisito per ogni blocco tematico.
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 • Joseph W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, The McGraw-Hill Companies, ISBN 0 07 024254 2 • O. Svelto, Principles of Lasers, Springer, New York, ISBN 978-1-4419-1301-2 • John M. Cowley, Diffraction Physics, North-Holland Publishing Company, ISBN 0 444 86121 1
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 (https://portale.unipv.it/it/didattica/servizi-lo-studente/modalita-didattiche-inclusive) 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

Obiettivi per lo sviluppo sostenibile

Codice	Descrizione
4	Istruzione di qualità
9	Industria, innovazione e infrastrutture



Testi in inglese

Language	Italian
Prerequisites	Basic knowledge of electromagnetism, principles of diffraction, spectroscopy.
Educational 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 and their applications 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: • Analysis of two-dimensional signals and systems • Foundations of scalar diffraction theory • Fresnel and Fraunhofer diffraction

	• Fundamental properties of laser radiation • Linear propagation of ultrashort pulses, dispersion and compensation • Nonlinear propagation of ultrashort pulses • Q-switching, Mode Locking & Chirped Pulse Amplification • Optical Parametric Amplifiers for ultrashort pulses • Broadband transient reflectivity & applications • Ultrafast electron diffraction and microscopy & applications • X-rays generation at Synchrotron and Free-Electron Laser • Time-resolved X-Ray Absorption and Emission & applications • High-Harmonic Generation (HHG) • Coherent diffractive imaging methods & applications
Teaching methods	Lectures with 5% group work, small experiments and/or exercises on course topics. The material shown in class is made available on Kiro. Kiro reports the key concepts and derivations that the student must have acquired for each thematic block.
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 • Joseph W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, The McGraw-Hill Companies, ISBN 0 07 024254 2 • O. Svelto, Principles of Lasers, Springer, New York, ISBN 978-1-4419-1301-2 • John M. Cowley, Diffraction Physics, North-Holland Publishing Company, ISBN 0 444 86121 1
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
Other 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 (https://portale.unipv.it/it/didattica/servizi-lo-studente/modalita-didattiche-inclusive) are guaranteed: up to 2 hours of office hours per week (also online), support through tutoring/supplementary teaching, additional teaching material
2030 Agenda for Sustainable Development Goals	This teaching contributes to the realization of the UN objectives of the 2030 Agenda for Sustainable Development: Ob4, Ob9

Obiettivi per lo sviluppo sostenibile

Codice	Descrizione
4	Quality education
9	Industries, innovation and infrastructure