UNIVERSITÀ DI PISA

# QUANTUM OPTICS AND PLASMA PHYSICS / OTTICA QUANTISTICA E PLASMI

## DANILO GIULIETTI

| | |
|---|---|
| Academic year | 2023/24 |
| Course | FISICA |
| Code | 354BB |
| Credits | 9 |

| Modules | Area | Type | Hours | Teacher(s) |
|---|---|---|---|---|
| OTTICA QUANTISTICA E PLASMI | FIS/03 | LEZIONI | 54 | DANILO GIULIETTI |

### Obiettivi di apprendimento

*Conoscenze*

LE CONOSCENZE CHE ACQUISIRA' LO STUDENTE SONO DEFINITE DAGLI OBIETTIVI DEL CORSO:
1) Consolidare le conoscenze relative alla propagazione delle onde elettromagnetiche nel vuoto e nella materia (dielettrici, metalli, plasmi). 2) Approfondimento dei principi dell'Ottica Fisica e dei fenomeni d' interferenza e diffrazione. 3) Saper valutare gli effetti non-lineari che condizionano la propagazione di intensi fasci di radiazione ottica nella materia.4) Principi di funzionamento dei laser in continua ed impulsati. 5) Le principali applicazioni dei laser ed in particolare: Fusione Termonucleare Controllata via laser (ICF), Accelerazione Laser-Plasma (LPA) di elettroni/ioni e relative sorgenti secondarie.

*Modalità di verifica delle conoscenze*

Il Corso è svolto com metodologia didattica che prevede una continua interazione con gli studenti. In questo modo si ha una verifica delle conoscenze acquisite da ciascuno, lezione dopo lezione.

*Capacità*

Lo studente sarà in grado di gestire correttamente un sistema laser che operi nei vari regimi utilizzati. Avrà competenze nel campo dell'ottica non-lineare ed in quelle dell'interazione laser-materia ad alte intensità. Avrà conoscenze nel campo dei plasmi ed in particolare in quelli prodotti da laser e le relative principali applicazioni.

*Modalità di verifica delle capacità*

Il corso è fortemente interattivo e lo studente viene continuamente coinvolto, anche nella valutazione numerica dei fenomeni via, via presi in esame. Durante il Corso gli studenti possono essere chiamati ad approfondire uno specifico argomento, precedentemente trattato, illustrandolo agli altri studenti presenti.

*Comportamenti*

Lo studente verrà formato per un suo inserimento in gruppi sperimentali nell'ambito della Struttura della Materia e Fisica dei Plasmi, con capacità teoriche che gli permettano di valutare quantitativamente i fenomeni studiati.

*Modalità di verifica dei comportamenti*

Durante la lezione lo studente verrà stimolato ad intervenire criticamente durante la presentazione dei vari fenomeni fisici presi in considerazione. Gli studenti saranno  stimolati ad illustrare approfondimenti su questioni via, via sollevate durante le lezioni.

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

PROPEDEUTICITA' e FREQUENZA:

E' richiesta una buona conoscenza dei fenomeni di Elettromagnetismo (Fisica Generale II) e dei principi della Meccanica Quantistica.

## Corequisiti

E' fortemente consigliato seguire il corso di FISICA DEI PLASMI (cod. 353BB), il cui programma è armonizzato con quello di OTTICA QUANTISTICA E PLASMI (cod. 354BB)

## Prerequisiti per studi successivi

L'esame è consigliato a chi voglia seguire un' attività sperimentale nel campo dei plasmi prodotti da laser o che sia interessato alla fisica della Fusione Termonucleare Controllata o alle Nuove Tecniche di Accelerazione di particelle basate su plasmi-laser.

## Indicazioni metodologiche

Corso estremamente interattivo con gli studenti, i quali possono anche indirizzare il programma verso argomenti particolarmente utili per la loro Tesi di Laurea Magistrale.

## Programma (contenuti dell'insegnamento)

PROGRAMMA DEL CORSO:
OTTICA CLASSICA

1. Richiami di Ottica Geometrica. Propagazione delle onde elettromagnetiche nel vuoto e nella materia (dielettrici, metalli-plasmi). Ottica Fisica: interferenza e diffrazione.

2. Polarizzazione della luce. Birifrangenza. Effetto Faraday. Effetto Kerr.

OTTICA QUANTISTICA

3. Radiazione e.m. e fisica quantistica. Sorgenti di radiazione termica e di radiazione coerente. Coerenza spaziale e temporale. Brillanza di una sorgente ed intensità di radiazione.

4. Principi di funzionamento del LASER. Q-switching. Mode-locking. Chirped pulse amplification.
5. a) I principali LASER a stato solido: Rubino, Neodimio, Titanio-Zaffiro. Il LASER a diodo.
6. b) I principali LASER a gas: He-Ne , CO2 , N2 , Ar . Eccimeri.
7. c) Il LASER ad elettroni liberi.
8. d) Il LASER a raggi X.

OTTICA NON LINEARE

6. Generazione di armoniche. Amplificatore parametrico. Autofocalizzazione dei fasci laser. Automodulazione di fase.

APPLICAZIONI

7. Interferometria olografica. Spettroscopia di radiazione X. Ottiche per raggi X. Generazione di radiazione X incoerente. Generazione di armoniche di alto ordine. Microscopia a raggi X. Microlitografia. Impulsi ultra-corti ed intensità di radiazione relativistica. Acceleratori di particelle basati su plasmi prodotti da laser e sorgenti innovative di radiazione. Fusione termonucleare controllata (ICF).

## Bibliografia e materiale didattico

MATERIALE DEL CORSO:
TESTI DI RIFERIMENTO CONSIGLIATI:
Bruno Rossi, OTTICA, Masson Italia Editori, 1984.
Born and Wolf- Principles of Optics- Pergamon Press, 1984.
Y.R. Shen, The principles of non-linear optics, John Wiley & Sons, New York, 1984.

1998. O.Svelto, Principles of LASERS, Plenum Press, New York, 1998.
1999. D. Giulietti X-ray emission from laser-produced plasmas, La Rivista del Nuovo Cimento, Vol. 21, N. 10, 1998.
2019. A. Curcio, D. Giulietti, Laser plasma acceleration and secondary electromagnetic sources, Aracne Editrice, ISBN 978-88-255-2130-6
Articoli di riviste internzionali forniti dal Docente

## Indicazioni per non frequentanti

E' possibile anche concordare un percorso formativo che non preveda la frequenza del corso.

## Modalità d'esame

Esame orale

## Stage e tirocini

Il Docente è in stretta collaborazione con diversi centri di ricerca Italiani (Laboratori Nazionali di Frascati (INFN), Cerntro Ricerche ENEA di Frascati, CEDAD (Università di Lecce), .....) ed Esteri (Ecole Polytechniquen (FR), RAL (UK), CLPU (E), NIF (USA), ....) ed è in grado di offrire agli studenti svariate opportunità di stages, tirocini, attività di Tesi e Dottorato.

## Note

Lo studente che completa con successo il corso sarà in grado di dimostrare conoscenze avanzate di Ottica Geometrica e Fisica; propagazione delle onde elettromagnetiche nel vuoto, dielettrici e plasmi; aspetti quantistici della radiazione elettromagnetica; Principi LASER; interazione laser-materia ad alta intensità; ottica non lineare; applicazioni alla fusione a confinamento inerziale, accelerazione laser-plasma, sorgenti di raggi X ad alta brillanza.

Il corso potrà essere seguito anche a distanza utilizzando la piattaforma Teams

*Ultimo aggiornamento 13/11/2023 22:06*