



Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”
Laurea in Scienza e Tecnologia dei Materiali
Dipartimento di Fisica
Via della Ricerca Scientifica 1, 00133 Roma, Italy

Corso di Spettroscopia Laser

Docente	Luca Fiorani
Destinatari	Studenti del 1° o 2° semestre in base alle richieste. E' consigliato per il curriculum <i>Materiali per la Fotonica</i> .
Ore di lezione	24
Crediti formativi	3
Testi di riferimento	<p>Breck Hitz C., <i>Understanding Laser Technology</i>, PennWell, Tulsa OK, 1985 (paragrafo “Brightness” del capitolo 3, capitoli 5, 9 – 13).</p> <p>Pedrotti F.L. & Pedrotti L.S., <i>Introduction to Optics</i>, Prentice Hall, Englewood Cliffs NJ, 1993 (capitolo 21 e paragrafi 22.1 – 22.5).</p> <p>Measures R.M., <i>Laser Remote Sensing</i>, Krieger, Malabar FL, 1992 (paragrafi 6.1 – 6.2).</p> <p>Fiorani L., <i>Environmental Monitoring by Laser Radar</i>, 2005, a disposizione su: http://www.afs.enea.it/fiorani/Public/studenti/ (paragrafo 2, sottoparagrafo 4.1, paragrafo 5)</p> <p>Appunti delle lezioni</p>

Lezione 1

- Introduzione.
- Teoria quantistica della Radiazione di Einstein.
- Elementi essenziali di un laser (pompa, mezzo attivo, cavità ottica).

Lezione 2

- Descrizione semplificata del funzionamento di un laser.
- Le tre caratteristiche del fascio laser (luminosità, monocromaticità, direzionalità).

Lezione 3

- Luminosità ($B = P A^{-1} \Omega^{-1}$, dove B: luminosità, P: potenza, A: sezione, Ω : divergenza). Definizione di angolo solido. Definizione dell'unità di misura. Differenza tra luminosità e intensità.
- Monocromaticità. Definizione dell'unità di misura. Perché il laser è monocromatico? (Transizioni atomiche o molecolari). Perché anche il laser non può essere assolutamente monocromatico? (Principio di indeterminazione). Confronto tra una sorgente convenzionale e un laser.
- Direzionalità. Definizione dell'unità di misura. Perché il laser è direzionale? (Cavità ottica). Perché anche il laser non può essere assolutamente direzionale (Principio di Huygens, equazioni di Maxwell). Differenza tra diffrazione di un'apertura circolare e divergenza di un fascio gaussiano. Confronto tra una sorgente convenzionale e un laser.
- Foceggiabilità come conseguenza della direzionalità.
- Coerenza come combinazione di monocromaticità, direzionalità e consistenza di fase. Coerenza spaziale e coerenza temporale. Confronto tra una sorgente convenzionale e un laser.
- Tipi e parametri di laser.

Lezione 4

- Equazione delle onde.
- Onde piane.
- Onde sferiche.
- Variazione di fase di onde sferiche su un piano trasverso.
- Fascio laser gaussiano.

Lezione 5

- Propagazione del fascio laser gaussiano (raggio di curvatura, dimensioni trasverse, divergenza angolare).
- Il beam expander.

Lezione 6

- Distribuzioni spaziali di energia.
- Modi trasversi e longitudinali della cavità ottica.
- Criterio di stabilità della cavità ottica.

Lezione 7

- Meccanismi di allargamento della riga: natural, pressure e Doppler broadening (allargamenti omogenei e disomogenei).
- Metodi di riduzione della larghezza di riga.

Lezione 8

- Q-switching.
- Metodi meccanici, acusto-ottici ed elettro-ottici di q-switching.
- Cavity-dumping.

Lezione 9

- Mode-locking.
- Ottica non-lineare.
- Generazione di seconda armonica.
- Phase-matching (conservazione dell'energia e della quantità di moto).
- Optical parametrical oscillator.

Lezione 10

- Processi di diffusione.
- Sezione d'urto (integrale e differenziale).
- Richiami su stati elettronici, vibrazionali e rotazionali.

Lezione 11

- Introduzione ai processi di diffusione Rayleigh, Mie, Raman, risonante e di assorbimento, fluorescenza (quenching).

Lezione 12

- Descrizione classica della diffusione Raman.
- Descrizione geometrica delle diffusioni Rayleigh e Mie.

Lezione 13

- Laser radar (lidar).
- Telescopi (Newton e Cassegrain).
- Divergenza del laser e campo di vista del telescopio.
- Filtri interferenziali.
- Fotomoltiplicatori.
- Convertitori analogico-digitali.

Lezione 14

- Equazione lidar (bersagli solidi).
- Applicazioni litosferiche.

Lezione 15

- Equazione lidar (bersagli densi).
- Applicazioni idrosferiche.

Lezione 16

- Equazione lidar (bersagli trasparenti).
- Applicazioni atmosferiche del lidar elastico.

Lezione 17

- Ricostruzione dei coefficienti di estinzione e retrodiffusione (inversione "alla Klett" dell'equazione lidar).

Lezione 18

- Misura della velocità del vento con la tecnica di correlazione.

Lezione 19

- Lidar ad assorbimento differenziale (DIAL).
- Equazione DIAL.

Lezione 20

- Esempio di lidar/DIAL (descrizione del sistema sperimentale e della campagna di misura).
- Applicazioni troposferiche e stratosferiche del lidar/DIAL.

Lezione 21

- Esempio di lidar fluorosensore (descrizione del sistema sperimentale e della campagna di misura).
- Comparazione tra misure “in situ”, lidar e satellitari.

Lezione 22

- Citometria laser in flusso.
- Applicazioni di “Laser Induced Breakdown Spectroscopy” all’analisi dei materiali.

Lezione 23

- Proprietà ottiche non-lineari dei nanotubi di carbonio.
- Produzione e caratterizzazione di nanopolveri di silicio per uso medicale.

Lezione 24

- Applicazioni biomediche del laser.