

Principali informazioni sull'insegnamento	
Denominazione dell'insegnamento	Physics of Sensors and Laboratory of Spectroscopy
Corso di studio	<i>LM-17 Physics</i>
Anno di corso	<i>2021-2022</i>
Crediti formativi universitari (CFU) / European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS):	: 6
SSD	<i>FIS/03</i>
Lingua di erogazione	<i>Inglese</i>
Periodo di erogazione	<i>Il anno – I Semestre</i>
Obbligo di frequenza	<i>No</i>

Docente	
Nome e cognome	Pietro Patimisco
Indirizzo mail	pietro.patimisco@uniba.it
Telefono	080 5442386
Sede	<i>Dipartimento Interateneo di Fisica – Il Piano – Stanza 233</i>
Sede virtuale	
Ricevimento (giorni, orari e modalità)	lunedì 15:00-17:00 mercoledì 15:00-17:00 Presso la mia sede o su MTeams

Syllabus	
Obiettivi formativi	<ul style="list-style-type: none"> • Conoscenza e comprensione dei fenomeni legati all'interazione radiazione-materia con modelli quantistici e descrizione semiclassica. • Conoscenza delle tecniche spettroscopiche e delle relative componenti ottiche in un ampio intervallo spettrale, dall'ultravioletto sino al lontano infrarosso. • Competenze pratiche per lavorare con apparecchiature sperimentali avanzate in un laboratorio di spettroscopia ottica. • Competenze per eseguire indagini sperimentali estese, analisi critica dei dati e scrivere adeguate relazioni scientifiche.
Prerequisiti	Conoscenze di base sulla meccanica quantistica, fisica statistica e ottica geometrica e ondulatoria
Contenuti di insegnamento (Programma)	<ul style="list-style-type: none"> • Assorbimento ed emissione di luce. Spettri di assorbimento ed emissione discreti e continui. Probabilità di transizione. Tempo di vita di una transizione. Transizioni spontanee e transizioni non radiative. Descrizione semiclassica dell'interazione radiazione-materia. Approssimazione di campo debole. Probabilità di transizione con eccitazione a banda larga. Inclusione fenomenologica dei fenomeni di decadimento. Problemi. • Profilo spettrale di una riga di assorbimento. Larghezza di riga naturale. Profilo di riga Lorentziano della radiazione emessa. Relazione tra larghezza di linea e tempo di vita di una transizione. Allargamento Doppler. Allargamento per collisioni: descrizione fenomenologica. Trattazione teorica delle collisioni anelastiche. Allargamento per saturazione. Problemi. • Spettroscopia roto-vibrazionale. L'approssimazione di Born-Oppenheimer. Spettroscopia rotazionale. Il rotore rigido. Rotore lineare. Frequenze di transizione. Regole di selezione. Intensità. Distorsione centrifuga. Rotore

	<p><i>simmetrico. Prolato. Oblato. Rotore sferico. Rotore asimmetrico. Spettroscopia vibrazionale. L'oscillatore armonico. Spettri infrarossi. Anarmonicit� elettrica e meccanica. Spettroscopia roto-vibrazionale. Branche P, R e Q. Asimmetria delle branche. Molecole Poliatomiche. Modi normali di vibrazione. Vibrazioni di gruppo. Nozioni di base sul database HITRAN. Esempio: banda fondamentale della molecola di monossido di carbonio.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Strumentazione spettroscopica. <i>Spettrografi e monocromatori. Figure di merito: velocit� dello spettrometro, trasmissione spettrale. potere risolutivo spettrale, free-spectral range. Spettrometro a Prisma. Spettrometro a reticolo. Interferometro di Michelson. Interferometro di Mach-Zehnder. Interferenza a pi� raggi. Interferometro di Fabry-Perot. Rivestimenti dielettrici multistrato. Problemi.</i> • Tecniche spettroscopiche laser. <i>Vantaggi della spettroscopia laser. Spettroscopia ad assorbimento diretto. Tecniche di modulazione. Modulazione in ampiezza. Modulazione in lunghezza d'onda. Rivelatore lock-in. Spettroscopia di assorbimento con celle multipasso. Cella multipasso di White. Cella multipasso di Herriott. Spettroscopia in assorbimento a cavitt� risonanti. Modi longitudinali. Finesse e free spectral range. Accoppiamento di un fascio laser in cavitt�. Spettroscopia in assorbimento a cavitt� Ring-Down. Spettroscopia fotoacustica e fototermica. Assorbimento della luce e generazione di calore. Generazione di onde sonore. Modalit� di diffusione termica. Rilevazione delle onde acustiche. Spettroscopia fotoacustica a diapason di quarzo. Diapason di quarzo: modi flessurali. Influenza della pressione sullo smorzamento e sulle frequenze di oscillazione di un diapason. Confronto tra diverse tecniche spettroscopiche per la rivelazione di gas. Coefficiente minimo di assorbimento. Assorbimento normalizzato equivalente al rumore. Problema.</i> • Fisica dei sensori. <i>Caratteristiche di un sensore. Funzione di trasferimento e intervallo dinamico. Precisione. Isteresi. Saturazione. Ripetibilit�. Risoluzione. Caratteristiche dinamiche. Affidabilit�. Calibrazione e taratura di un sensore di gas. Principi fisici del rilevamento. Effetto piezoelettrico. Effetto piroelettrico. Effetto Seebeck. Effetto Peltier.</i> • Come preparare un articolo scientifico. <i>Struttura e organizzazione di un articolo scientifico. Introduzione. Metodo. Risultati e discussione. Conclusioni. Abstract. Stile scientifico. Nozioni di base sull'analisi dei dati con OriginLab.</i> • Attivit� di laboratorio. <i>Caratterizzazione elettro-ottico di un laser a cascata quantica. Caratterizzazione spettrale di un laser a cascata quantica con spettrometro a trasformata di Fourier. Esperimento di spettroscopia in assorbimento diretto. Esperimento di spettroscopia in modulazione di lunghezza d'onda. Esperimento di spettroscopia fotoacustica a diapason di quarzo.</i>
<p>Testi di riferimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • W. Demtroder – Laser Spectroscopy – Basic Concepts and Instrumentation, Springer.

	<ul style="list-style-type: none"> • J. Fraden – Handbook of Modern Sensors – Physics Designs and Applications, Springer.
Note ai testi di riferimento	Solo capitoli selezionati

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
150	32	30	88
CFU/ETCS			
6	4	2	

Metodi didattici	<i>Lezioni frontali con l'ausilio di un portatile ed un proiettore</i>

Risultati di apprendimento previsti	
Conoscenza e capacità di comprensione	Lo studente acquisirà le competenze e le conoscenze sullo stato dell'arte delle tecniche spettroscopiche più all'avanguardia, sulle componenti ottiche di cui sono costituite le apparecchiature spettroscopiche, e acquisirà le basi teoriche per comprendere i fenomeni alla base dell'interazione radiazione-materia.
Conoscenza e capacità di comprensione applicate	Lo studente metterà in pratica il know-how acquisito nel corso delle lezioni frontali per lavorare con strumentazione all'avanguardia in un laboratorio di spettroscopia ottica per la rivelazione di tracce gassose in atmosfera. In questo contesto, lo studente avrà la possibilità di realizzare un apparato di spettroscopia, acquisire dati e fare un'analisi critica finalizzata alla preparazione di un elaborato scientifico in un format e con uno stile tipicamente richiesto dalla letteratura scientifica.
Competenze trasversali	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Autonomia di giudizio</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Affrontare e discutere problemi nel campo della spettroscopia laser ○ Confrontare diverse tecniche spettroscopiche scegliendo opportunamente le figure di merito ○ Lavorare con strumentazione ottica e sorgenti laser • <i>Abilità comunicative</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Capacità di approfondire le tematiche di riferimento accedendo allo stato dell'arte della letteratura scientifica ○ Comprensione delle metodologie sperimentali impiegate e dei relativi risultati scientifici. • <i>Capacità di apprendere in modo autonomo</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Capacità di lavorare in un piccolo gruppo per un progetto comune e presentare i risultati in maniera autonoma nella forma di un elaborato scientifico.

Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	<i>Elaborato scientifico (30%), Esame orale (70%)</i>
Criteri di valutazione	<ul style="list-style-type: none"> • Adeguata comprensione e conoscenza globale dei concetti e degli argomenti descritti durante il corso. • Discussione dell'elaborato scientifico in maniera critica, argomentando e difendendo le scelte fatte nel corso delle esperienze di laboratorio.
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di	<ul style="list-style-type: none"> • 30 e lode: conoscenza completa, approfondita e critica degli argomenti, eccellente proprietà di linguaggio, completa ed originale capacità

<p>attribuzione del voto finale</p>	<p>interpretativa, piena capacità di applicare autonomamente le conoscenze per risolvere i problemi proposti, eccellente discussione sull'elaborato scientifico;</p> <ul style="list-style-type: none"> • 28 - 30: conoscenza completa e approfondita degli argomenti, ottima proprietà di linguaggio, completa ed efficace capacità interpretativa, in grado di applicare autonomamente le conoscenze per risolvere i problemi proposti, ottima discussione sull'elaborato scientifico; • 24 - 27: conoscenza degli argomenti con un buon grado di padronanza, buona proprietà di linguaggio, corretta e sicura capacità interpretativa, buona capacità di applicare in modo corretto la maggior parte delle conoscenze per risolvere i problemi proposti, buona discussione sull'elaborato scientifico; • 20 - 23: conoscenza adeguata degli argomenti ma limitata padronanza degli stessi, soddisfacente proprietà di linguaggio, corretta capacità interpretativa, più che sufficiente capacità di applicare autonomamente le conoscenze per risolvere i problemi proposti, discussione soddisfacente sull'elaborato scientifico; • 18 - 19: conoscenza di base degli argomenti principali, conoscenza di base del linguaggio tecnico, sufficiente capacità interpretativa, sufficiente capacità di applicare le conoscenze di base acquisite, discussione appena sufficiente sull'elaborato scientifico; • <18 Insufficiente: non possiede una conoscenza accettabile degli argomenti trattati durante il corso, elaborato scientifico non accettabile.
<p>Altro</p>	