

Principali informazioni sull'insegnamento	
Denominazione dell'insegnamento	Physics of Sensors and Laboratory of Spectroscopy
Corso di studio	Physics
Anno di corso	2022-2023
Crediti formativi universitari (CFU)	6
SSD	FIS/03
Lingua di erogazione	Inglese
Periodo di erogazione	da Settembre 2023 a Dicembre 2023
Obbligo di frequenza	No

Docente	
Nome e cognome	Pietro Patimisco
Indirizzo mail	pietro.patimisco@uniba.it
Telefono	0805442368
Sede	Dipartimento di Fisica, via Amendola 173
Sede virtuale (Codice Microsoft Teams)	xxxxxxx
Ricevimento (giorni, orari e modalità)	Lunedì, 15:00 – 17:00; Mercoledì, 16:00 – 18:00

Syllabus	
Obiettivi formativi	Assorbimento ed emissione di luce. Larghezze e profili di riga. Spettroscopia roto-vibrazionale. Strumentazione spettroscopica. Tecniche spettroscopiche laser per assorbimento ottimo. Fisica dei sensori. Attività di laboratorio.
Prerequisiti	Conoscenza di base della meccanica quantistica, della fisica statistica e dell'ottica di base.
Contenuti di insegnamento (Programma)	<p>Assorbimento ed emissione di luce. Spettri di assorbimento e di emissione discreti e continui. Probabilità di transizione. Tempi di vita. Transizioni spontanee e non radiative. Descrizione semiclassica. Equazioni di base. Approssimazione di campo debole. Probabilità di transizione con eccitazione a banda larga. Inclusione fenomenologica dei fenomeni di decadimento. Problemi.</p> <p>Larghezze e profili di riga. Larghezza di riga naturale. Profilo Lorentziano della radiazione emessa. Relazione tra larghezza di riga e tempo di vita. Larghezza di riga naturale delle transizioni radiative. Allargamento Doppler. Allargamento per collisione. Descrizione fenomenologica. Modello teorico delle collisioni anelastiche. Allargamento per saturazione. Problemi.</p> <p>Spettroscopia roto-vibrazionale. Approssimazione di Born-Oppenheimer. Spettroscopia rotazionale. Il rotore rigido. Rotore lineare. Frequenze di transizione. Regole di selezione. Intensità. Distorsione centrifuga. Molecole a rotore simmetrico. Prolato. Oblato. Rotori sferici. Rotori asimmetrici. Spettroscopia vibrazionale. Modello dell'oscillatore armonico. Spettri infrarossi. Anarmonicità 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.</p> <p>Strumentazione spettroscopica. Spettrografi e monocromatori. Figure di merito. Velocità dello spettrometro. Trasmissione spettrale. Potere risolvante spettrale. Free Spectral Range. Spettrometro a prisma. Spettrometro a reticolo. Interferometri. Interferometro di Michelson. Interferometro Mach-Zehnder. Interferenza da raggi multipli. Interferometro di Fabry-Perot. Etalon. Rivestimenti dielettrici a multistrato. Problemi.</p> <p>Tecniche di spettroscopia laser di assorbimento. Vantaggi della spettroscopia laser. Spettroscopia di assorbimento diretto. Tecniche di modulazione. Modulazione in ampiezza. Modulazione in lunghezza d'onda. Rivelazione Lock-in. Spettroscopia di assorbimento a cella multipasso. Cella multipasso di White. Cella</p>



	<p>multipasso di Herriott. Spettroscopia di assorbimento con cavità risonanti. Modi longitudinali della cavità. Finesse e Free Spectral Range. Accompiamento ottico di un fascio laser in cavità. Spettroscopia di assorbimento a cavity ring-down. Spettroscopia fotoacustica. Assorbimento della luce e generazione di calore. Generazione e rilevamento di onde sonore. Spettroscopia fotoacustica con diapason di quarzo. Diapason di quarzo: modi flessurali di vibrazione. Influenza della pressione sullo smorzamento e sulle frequenze naturali. Confronto tra diverse tecniche di assorbimento dei gas. Coefficiente di assorbimento minimo. Assorbimento normalizzato equivalente al rumore.</p> <p>Fisica dei sensori. Caratteristiche del sensore. Funzione di trasferimento e range dinamico. Precisione. Isteresi. Saturazione. Ripetibilità. Risoluzione. Caratteristiche dinamiche. Affidabilità. Calibrazione di un sensore di gas. Principi fisici del rilevamento. Effetto piezoelettrico. Effetto piroelettrico. Effetto Seebeck. Effetto Peltier.</p> <p>Come preparare un articolo scientifico. Panoramica. Struttura e organizzazione di un articolo scientifico. Introduzione. Metodo. Risultati e discussione. Conclusioni. Abstract. Stile scientifico. Nozioni di base sul software di analisi dei dati OriginLab.</p> <p>Attività di laboratorio. Caratterizzazione luce-corrente-tensione di un laser a cascata quantica. Spettroscopia di assorbimento diretto. Spettroscopia a modulazione di lunghezza d'onda. Spettroscopia fotoacustica con diapason di quarzo.</p>
Testi di riferimento	<p>W. Demtroder – Laser Spectroscopy – Basic Concepts and Instrumentation, Springer.</p> <p>J. Fraden – Handbook of Modern Sensors – Physics Designs and Applications, Springer.</p>
Note ai testi di riferimento	<p>Dispense disponibili al seguente link: http://polysense.poliba.it/index.php/physics-of-sensors-and-laboratory-of-spectroscopy/</p>

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

Metodi didattici	<p>Lezioni in aula con l'ausilio di un computer portatile e di un proiettore. Attività di laboratorio supervisionate.</p>
------------------	---

Risultati di apprendimento previsti	
Conoscenza e capacità di comprensione	<p>Lo studente sarà in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ descrivere i metodi spettroscopici in diversi intervalli di energia. ○ descrivere le componenti più comuni delle apparecchiature spettroscopiche, ○ spiegare in modo elaborato l'interazione luce-materia con i formulati di meccanica quantistica.
Conoscenza e capacità di comprensione applicate	<ul style="list-style-type: none"> ○ applicare i principi di base delle tecniche spettroscopiche laser, ○ acquisire competenze pratiche per lavorare con apparecchiature sperimentali avanzate in laboratorio, ○ eseguire estese indagini sperimentali e analizzare criticamente i dati,



	<ul style="list-style-type: none">○ scrivere adeguate relazioni scientifiche.
Competenze trasversali	<ul style="list-style-type: none">● Autonomia di giudizio Dato un problema e un progetto specifico nel campo della spettroscopia, gli studenti saranno in grado di:<ul style="list-style-type: none">○ analizzare il problema○ evidenziare i requisiti e le caratteristiche peculiari,○ confrontare autonomamente scelte diverse in termini di tecniche spettroscopiche e analisi dei dati● Abilità comunicative Gli studenti saranno in grado di:<ul style="list-style-type: none">○ valutare i diversi metodi spettroscopici,○ valutare le grandezze principali dei fenomeni fisici,○ lavorare con componenti ottici e sorgenti laser,○ accedere allo stato dell'arte della letteratura scientifica sugli argomenti di riferimento, in termini di comprensione delle metodologie sperimentali impiegate e dei relativi risultati scientifici.● Capacità di apprendere in modo autonomo<ul style="list-style-type: none">○ aumentare l'esperienza di lavoro in un piccolo gruppo perseguendo un obiettivo comune,○ capacità di presentare il progetto realizzato sotto forma di articolo scientifico,○ integrare le conoscenze dalla letteratura di riferimento.

Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	
Criteri di valutazione	<ul style="list-style-type: none">● Capacità di discutere le tecniche spettroscopiche all'avanguardia. Adeguata comprensione e conoscenza globale dei concetti e degli argomenti descritti durante il corso.
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	Relazione di laboratorio nella forma di un articolo scientifico (50%), esame orale (50%)
Altro	