



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Fisica e Chimica - Emilio Segrè		
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2019/2020		
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2020/2021		
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	FISICA		
INSEGNAMENTO	NANOPARTICELLE E NANOSTRUTTURE		
TIPO DI ATTIVITA'	C		
AMBITO	20901-Attività formative affini o integrative		
CODICE INSEGNAMENTO	19777		
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	FIS/01		
DOCENTE RESPONSABILE	BUSCARINO GIANPIERO	Professore Associato	Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI			
CFU	6		
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	86		
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	64		
PROPEDEUTICITA'			
MUTUAZIONI			
ANNO DI CORSO	2		
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre		
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa		
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi		
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	BUSCARINO GIANPIERO Lunedì 13:00 15:00 Dipartimento di Fisica e Chimica, Via Archirafi n. 36, Palermo Giovedì 13:00 15:00 Dipartimento di Fisica e Chimica, Via Archirafi n. 36, Palermo		

DOCENTE: Prof. GIANPIERO BUSCARINO

PREREQUISITI	<p>I prerequisiti per seguire con profitto l'insegnamento e raggiungere gli obiettivi che esso si prefigge sono i seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none">-Conoscenza e capacità di applicare le leggi della Fisica classica e della meccanica quantistica. In particolare, è opportuno che lo studente abbia dimestichezza con i metodi classici per lo studio delle oscillazioni forzate e smorzate, con il fenomeno della risonanza, con le proprietà magnetiche della materia e con il fenomeno dell'assorbimento di energia da parte di una coppia di livelli;-conoscenza delle metodologie standard per l'analisi ed il trattamento dei dati e degli errori ad essi associati;-conoscenze di analisi matematica.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	<p>Conoscenza e capacità di comprensione Conoscenza delle proprietà dei nanomateriali e dei dei fondamenti della spettroscopia di risonanza magnetica elettronica e della microscopia a forza atomica.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione Capacità di comprendere e realizzare autonomamente un esperimento di fisica della materia; Capacità di applicazione del metodo scientifico in generale.</p> <p>Autonomia di giudizio Capacità di eseguire una analisi critica dei dati sperimentali raccolti in laboratorio, in modo da determinarne il significato ma anche il grado di attendibilità.</p> <p>Abilità comunicative Capacità di illustrare le modalità di misura, di spiegare il risultato dell'attività di laboratorio e di commentare su basi fisiche le misure registrate.</p> <p>Capacità di apprendimento Essere in grado, sulla base delle competenze acquisite nel corso, di analizzare ed interpretare i risultati sperimentali ottenuti al fine di ottenere informazioni rilevanti per la comprensione delle proprietà dei materiali investigati.</p>
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	<p>La verifica finale consiste nella preparazione di una relazione riguardante l'attività svolta in laboratorio e da una prova orale. La relazione di laboratorio tipicamente contiene una breve introduzione teorica all'argomento, una descrizione dettagliata dei set-up sperimentali utilizzati, una descrizione degli esperimenti svolti ed infine una discussione sui dati ottenuti e sulla loro interpretazione. Le relazioni di laboratorio vengono svolte tipicamente in gruppi di tre studenti, in modo tale da invogliarli a discutere in modo critico i vari argomenti oggetto dell'insegnamento. La preparazione delle relazioni ha lo scopo di stimolare lo studente ad imparare il modo corretto di relazionare su una attività scientifica, individuando ed esprimendo in modo chiaro gli elementi fondamentali della attività svolta e delle sue ragioni di interesse.</p> <p>La prova orale consiste in un esame-colloquio in cui il candidato è chiamato a presentare e difendere la propria relazione di laboratorio. Durante questa discussione al candidato viene chiesto di approfondire alcuni degli aspetti teorici pertinenti all'attività sperimentale svolta. Tale prova consente di valutare, oltre alle conoscenze del candidato e alla sua capacità di applicarle, anche il possesso di proprietà di linguaggio scientifico.</p> <p>La valutazione finale, opportunamente graduata, sarà formulata sulla base delle seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none">a)Conoscenza di base delle proprietà dei nanomateriali e dei fondamenti teorici delle tecniche sperimentali oggetto dell'insegnamento, sufficiente grado di consapevolezza e di autonomia nella difesa delle attività svolte in laboratorio e della relazione (18-22);b)conoscenza buona delle proprietà dei nanomateriali e dei fondamenti teorici delle tecniche sperimentali oggetto dell'insegnamento, discreto grado di consapevolezza e di autonomia nella difesa delle attività svolte in laboratorio e della relazione (23-26);c)conoscenza approfondita delle proprietà dei nanomateriali e dei fondamenti teorici delle tecniche sperimentali oggetto dell'insegnamento, buon grado di consapevolezza e di autonomia nella difesa delle attività svolte in laboratorio e della relazione (27-30 e lode);
OBIETTIVI FORMATIVI	<p>Le lezioni frontali hanno lo scopo di fornire una solida preparazione su alcuni importanti aspetti della fisica della materia. Le attività di laboratorio consentono agli studenti di realizzare esperimenti riguardanti la fisica della materia e permettono loro di acquisire una buona padronanza del metodo scientifico per proporre e affrontare nuove esperienze.</p>
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	<p>L'insegnamento è semestrale e si svolge nel primo semestre del II anno del CdL magistrale in Fisica. L'attività didattica prevede lezioni frontali ed</p>

	esperienze di laboratorio. Le prime hanno lo scopo di fornire nuove conoscenze di base sui nanomateriali e presentare i fondamenti di due tra le piu' diffuse ed importanti tecniche sperimentali utilizzate per la loro caratterizzazione: la spettroscopia di risonanza magnetica elettronica e la microscopia a forza atomica. Le seconde hanno invece lo scopo di permettere agli studenti un confronto diretto con le strumentazioni coinvolte in queste due tecniche al fine di acquisire anche una buona padronanza pratica delle stesse. Inoltre, le attivita' di laboratorio offrono l'occasione agli studenti di partecipare ad esperimenti riguardanti la fisica della materia, consentendo loro di acquisire una buona padronanza del metodo scientifico.
TESTI CONSIGLIATI	<ul style="list-style-type: none"> •Vollath Dieter, Nanoparticles - Nanocomposites - Nanomaterials- An Introduction for Beginners (Wiley-vch, Germany, 2013) •J. A. Weil, J. R. Bolton and J. E. Wertz, Electron Paramagnetic Resonance (Wiley, New York, 1994). •Ricardo Garcia, Amplitude Modulation Atomic Force Microscopy (Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Boschstr. 12, 69469 Weinheim, Germany, 2010).

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Introduzione. Nanomateriali zero-dimensionali: Nanoparticelle. Principali conseguenze della ridotta dimensionalita.
2	Superficie dei nanomateriali
2	Sintesi di nanomateriali
2	Nanosistemi mono-dimensionali: Nanotubi
2	Nanosistemi bi-dimensionali: Nanofogli
2	Nanoparticelle magnetiche, superparamagnetismo
2	Proprieta' ottiche dei nanomateriali
2	Caratterizzazione sperimentale dei nanomateriali
2	Risonanza magnetica elettronica (EPR). Scopo della tecnica di risonanza magnetica elettronica (EPR). Campo magnetico e sua unita' di misura. Relazione tra momento magnetico e momento angolare. Paramagnetismo e Legge di Curie. Descizione degli elementi di base di un semplice esperimento di risonanza magnetica elettronica.
2	Descrizione del moto classico del momento magnetico durante un esperimento di risonanza magnetica elettronica. Introduzione alle Equazioni di Bloch. Soluzioni delle Equazioni di Bloch. Definizioni delle curve di Dispersione e di Assorbimento.
2	Espressione analitica della curva di assorbimento EPR ottenuta dalle Equazioni di Bloch. Fattori di allargamento omogeneo ed inomogeneo. Rate equations per un sistema a due livelli.
2	Teoremi di Jahn-Teller e di Kramers. Interazione Zeeman anisotropica. Effetti della simmetria del centro paramagnetico sulle proprieta' del fattore di splitting spettroscopico g. Forme di riga EPR per i sistemi solidi (polveri ed amorfi) in cui i centri paramagnetici hanno orientazione random. Descrizione del principio di funzionamento dello spettrometro di risonanza magnetica elettronica e delle sue componenti.
2	Microscopia a forza atomica (AFM). Introduzione. Scopo della tecnica di microscopia a forza atomica (AFM). Forze di interazione tip superficie: van der Waals, repulsive a short-range, di adesione e capillari. Metodi di acquisizione di immagini: statico (contatto) e dinamico (contatto intermittente e non contatto).
2	Teoria della tecnica di amplitude-modulation AFM. Presentazione e discussione del modello dell'oscillatore armonico debolmente perturbato. Limiti del modello e discussione degli effetti della non linearita' dell'interazione tip-superficie.
4	Descrizione del principio di funzionamento del microscopio a forza atomica. Descrizione dettagliata delle componenti di un microscopio AFM: - il cantilever, proprieta' geometriche ed effetti indotti dalle dimensioni finite del tip. - sistema di eccitazione del cantilever per misure di Tapping - sistema di scansione, artefatti dovuti ai piezoelettrici - sistema di misura della deflessione del cantilever - sistema PID Effetto dei parametri sulla qualita' della scansione.
ORE	Laboratori
16	Acquisizione di spettri di risonanza magnetica elettronica (EPR) di differenti nanomateriali magnetici attraverso l'uso di uno spettrometro EPR. Studio della saturazione del segnale EPR con la potenza a microonde. Studio delle possibili distorsioni della forma di riga EPR derivanti dal campo magnetico modulante, dalla costante di tempo del circuito RC di uscita, ecc. Elaborazione dei dati sperimentali acquisiti.
16	Calibrazione degli scanner open-loop. Acquisizione di immagini di numerosi nanomateriali con diversa dimensionalita' attraverso l'uso di un microscopio a forza atomica (AFM). Determinazione dei corretti parametri di scansione (parametri PID, forza di interazione punta-superficie, ecc). Studio dei tipici artefatti introdotti dalla punta AFM (il cui apice ha dimensioni di circa 10 nm) sulle immagini acquisite. Elaborazione dei dati sperimentali acquisiti.