

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

NEW PERSPECTIVE FOR NANODEVICES BY CARBON ALLOTROPES

Nuovi orizzonti per i nanodispositivi a base di allotropi del carbonio

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	Scienza e Tecnologia dei Materiali (LM-Sc.Mat)
Codice	8068712	Canale	Unico
CFU	6	Lingua	Inglese

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Manuela Angela Scarselli

CODOCENTE

Modulo:

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: Il corso si pone come obiettivo la comprensione da parte dello studente dei principali concetti chimici e fisici alla base dello studio dei sistemi di dimensioni nanometriche principalmente costituiti da Carbonio. Saranno illustrate le principali tecniche sperimentali di indagine dei materiali nano strutturati. Inoltre il corso intende fornire allo studente gli strumenti necessari per applicare i concetti acquisiti alla comprensione del funzionamento di molti dei dispositivi attuali realizzati con materiali nanometrici. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE: gli argomenti affrontati nel corso mirano a far sviluppare allo studente capacità di apprendimento e di elaborazione dei concetti utili per gli studi successivi. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE: ci si aspetta che lo studente alla fine del corso sia in grado di elaborare i concetti appresi, sia capace di fare un lavoro di sintesi degli stessi e sia in grado di applicargli allo studio di altri sistemi nano. AUTONOMIA DI GIUDIZIO: lo studente dovrà essere in grado di giudicare il proprio grado di conoscenza dei concetti proposti dal corso, sviluppare tali concetti ed effettuare, se necessario, una ricerca bibliografica per approfondire gli argomenti proposti durante il corso o proporre di nuovi. ABILITÀ COMUNICATIVE: ci si aspetta che a fine corso siano maturate competenze adeguate per comunicare ed illustrare con proprietà di linguaggio. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: abbiano dimostrato capacità di comprensione in un
----------	--

	campo di studi di livello avanzato e siano in grado di consultare ed apprendere concetti da articoli pubblicati su riviste internazionali nonché libri di testo redatti in lingua italiana o inglese.
<i>English</i>	LEARNING OUTCOMES: The course introduces students to the fundamental physico-chemical concepts necessary to understand the unique behaviour of carbon-based nanometric systems. The course will illustrate the phenomena that occur at the nanometer scale and enable students to acquire a basic understanding of the methods and techniques available for producing and processing nanostructures and nanomaterials. Potential applications of nanotechnology and nanoscience. KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING SKILLS: the topics addressed in the course aim to develop the student's ability to learn and elaborate concepts useful for subsequent studies. APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: at the end of the course the student is expected to be able to elaborate the concepts learned, do a synthesis job of the same and apply them to the study of other nano systems. MAKING JUDGEMENTS: the student must be able to judge his / her level of knowledge of the concepts proposed by the course, develop these concepts and carry out, if necessary, a bibliographic search to deepen the topics proposed during the course or propose new ones. COMMUNICATION SKILLS: it is expected that at the end of the course adequate skills will be developed to communicate and illustrate with appropriate language. LEARNING SKILLS: student will be able to demonstrate ability in understanding advanced education level topics and to consult and learn concepts from articles published in international journals and textbooks.

PREREQUISITI

<i>Italiano</i>	MECCANICA CLASSICA (energia, proprietà meccaniche, proprietà termiche) FISICA QUANTISTICA APPLICATA ALLO STATO SOLIDO (metalli, semiconduttori, bande energetiche e struttura dei solidi, densità degli stati, ecc.) FISICA DEI DISPOSITIVI (giunzione p-n, diodo, transistor BJT, MOSFET) INTERAZIONE DELLA RADIAZIONE CON LA MATERIA (fotoni ed elettroni)
<i>English</i>	CLASSICAL MECHANICS (energy, mechanical properties, thermal properties) QUANTUM PHYSICS APPLIED TO SOLID STATE MATTER (metals, semiconductor, energy bands and structure of solids, density of states, etc.)

	PHYSICS OF DEVICES (p-n junction, diode, transistors BJT, MOSFET) INTERACTION OF RADIATION WITH MATTER (photons and electrons)
--	---

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	Prima settimana: richiamo dei concetti base descritti nei prerequisiti del corso per essere sicuri che gli studenti siano realmente in possesso dei prerequisiti. seconda settimana: tecniche sperimentali per lo studio delle proprietà a caratterizzazione delle nanostrutture: spettroscopia Raman, microscopie elettroniche a scansione e in trasmissione (SEM e TEM). Misure di assorbimento ottico. terza settimana: struttura, proprietà e simmetrie delle nuove forme allotropiche del carbonio in particolare delle forme 1D e 2D. Fullereni, proprietà strutturali e elettroniche. quarta settimana: fabbricazione dei fullereni: deposizione chimica da fase vapore, ablazione laser, scarica ad arco. Vantaggi e svantaggi di ogni tecnica. Tecniche di caratterizzazione dei fullereni. Introduzione alle celle solari organiche. Applicazioni dei fullereni in celle organiche. Altre applicazioni. Discussione di alcuni articoli pubblicati fondamentali. quinta -sesta settimana: nanotubi di carbonio a singola parete (SW) e a parete multipla (MW) proprietà strutturali ed elettroniche. Tecniche di caratterizzazione. Fabbricazione di forme allotropiche del carbonio: deposizione chimica da fase vapore, ablazione laser, scarica ad arco. Vantaggi e svantaggi di ogni tecnica. Modelli di crescita per SW e MW. Discussione di alcuni articoli pubblicati fondamentali. settima ed e ottava settimana: applicazioni di MW in celle solari e altri dispositivi (sensori di gas, sensori meccanici). Nanocompositi a base di nanotubi per applicazioni diverse: immagazzinamento di energia, purificazione delle acque, applicazioni biomediche. Nona e decima settimana: sistemi complessi 3D a base nanotubi : proprietà attese, metodi di fabbricazione e applicazioni. Grafene proprietà strutturali ed elettroniche, validate da misure sperimentali. Discussione di alcuni articoli pubblicati fondamentali. Coni di Dirac. Undicesima e dodicesime settimana: applicazioni del grafene. Discussione di alcuni articoli esperimenti pubblicati fondamentali. Nuove frontiere del grafene: Moirè patterns e twis-tronics. Valley states e valleytronics. Esempi di altri materiali 2D. Formazioni di materiali compositi a base di grafene ed applicazioni.
----------	--

<i>English</i>	Week one: Review of the basic concepts described in the course prerequisites to ensure students have actually mastered the prerequisites. Week two: Experimental techniques for studying the properties and characterization of nanostructures: Raman spectroscopy, scanning and transmission electron microscopy (SEM and TEM). Optical absorption measurements. Week three: Structure, properties, and symmetries of new allotropes of carbon, particularly 1D and 2D forms. Fullerenes: structural and electronic properties. Week four: Fullerene fabrication: chemical vapor deposition, laser ablation, arc discharge. Advantages and disadvantages of each technique. Fullerene characterization techniques. Introduction to organic solar cells. Applications of fullerenes in organic cells. Other applications. Discussion of some key published articles. Week five-six: Single-walled (SW) and multi-walled (MW) carbon nanotubes: structural and electronic properties. Characterization techniques. Fabrication of allotropic forms of carbon: chemical vapor deposition, laser ablation, and arc discharge. Advantages and disadvantages of each technique. Growth models for SW and MW. Discussion of some key published articles. Seventh and eighth weeks: MW applications in solar cells and other devices (gas sensors, mechanical sensors). Nanotube-based nanocomposites for various applications: energy storage, water purification, biomedical applications. Ninth and tenth weeks: Complex 3D nanotube-based systems: expected properties, fabrication methods, and applications. Structural and electronic properties of graphene, validated by experimental measurements. Discussion of some key published articles. Dirac cones. Eleventh and twelfth weeks: Applications of graphene. Discussion of some key published experimental articles. New frontiers of graphene: Moiré patterns and twistronics. Valleys in 2D materials: valleytronics. Examples of other 2D materials. Formations of graphene-based composite materials and applications.
----------------	---

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

<i>Italiano</i>	Note del Docente sul. Canale della piattaforma teams.
<i>English</i>	Notes on teams channel of the course.

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza

☐ A distanza

<i>Italiano</i>	Il modello didattico adottato per il raggiungimento degli obiettivi formativi è una combinazione di: lezioni frontali, utilizzo di videoproiezioni, apprendimento auto-diretto e lezioni dirette in laboratorio dove verranno illustrate alcune delle tecniche sperimentali svolte durante le lezioni teoriche. Le lezioni frontali vengono svolte con videoproiezioni e talvolta alla lavagna.
-----------------	---

<i>English</i>	The didactic model adopted to achieve the educational objectives is a combination of: lectures, use of video projections, self-directed learning and direct lessons in the laboratory where some of the experimental techniques performed during the theoretical lessons will be illustrated. Lectures are conducted with video projections and sometimes on the blackboard.
----------------	--

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	La frequenza regolare del corso non è obbligatoria ma è molto consigliata al fine di facilitare l'apprendimento dei numerosi argomenti illustrati a lezione. Le lezioni sono svolte in un'aula del dipartimento.
<i>English</i>	The regular attendance of the course is not mandatory but it is highly recommended in order to facilitate the learning of the numerous topics illustrated during the course. Lessons are held in classrooms of the department

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

☐ Prova scritta ☒ Prova orale ☐ Prova di laboratorio ☐ Prova pratica
☐ Valutazione in itinere ☐ Valutazione di progetto ☐ Valutazione di tirocinio

COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

Giorgio Contini, Claudio Goletti, Anna Sgarlata

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	L'esame consiste in una prova orale finalizzata ad accertare la conoscenza e la comprensione dei principali concetti della struttura e proprietà dei nanosistemi a base carbonio, con particolare riferimento alle proprietà elettroniche, di trasporto ed ottiche. Oltre a dimostrare una conoscenza di base delle tecniche di caratterizzazione illustrate durante il corso. La prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri: Non idoneo: importanti carenze e/o inaccuratezza nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni. 18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti.
-----------------	--

	21-23: Conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; Capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazioni logiche e coerenti. 24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi con argomentazioni espresse in modo rigoroso. 27-29: Conoscenza e comprensione degli argomenti completa; notevoli capacità di analisi, sintesi. Buona autonomia di giudizio. 30-30 e lode: Ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di analisi, di sintesi e di autonomia di giudizio. Argomentazioni espresse in modo originale.
English	The exam consists of an oral exam designed to assess knowledge and understanding of the main concepts of the structure and properties of carbon-based nanosystems, with particular reference to electronic, transport, and optical properties. It also demonstrates a basic understanding of the characterization techniques illustrated during the course. The exam will be assessed according to the following criteria: Not suitable: important deficiencies and / or inaccuracy in knowledge and understanding of the topics; limited capacity for analysis and synthesis, frequent generalizations. 18-20: knowledge and understanding of the topics just sufficient with possible imperfections; sufficient capacity for analysis, synthesis and autonomy of judgment. 21-23: Routine knowledge and understanding of topics; Ability to correct analysis and synthesis with logical and coherent arguments. 24-26: Fair knowledge and understanding of the topics; good analytical skills with rigorously expressed arguments. 27-29: Complete knowledge and understanding of the topics; remarkable abilities of analysis and synthesis. Good autonomy of judgment. 30-30L: Excellent level of knowledge and understanding of the topics. Remarkable capacity for analysis, synthesis and autonomy of judgment. Arguments expressed in an original way.