

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

ATOMIC CONTROLLED NANOSTRUCTURES BY ORGANIC MOLECULES

Nanostrutture controllate atomicamente da molecole organiche

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI (LM-Sc.Mat)
Codice	8068710	Canale	Unico
CFU	6	Lingua	ENG

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

GIORGIO CONTINI

CODOCENTE

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI L'obiettivo del corso è quello di introdurre lo studente alle nanotecnologie basate sulle molecole organiche presenti sulle superfici. Le molecole organiche sulle superfici rivestono una particolare importanza per i dispositivi elettronici molecolari e i sensori, nella catalisi enantioselettiva, nella chimica di superficie, nella corrosione e nell'estrazione di minerali. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE Le lezioni vertono sulla realizzazione di sistemi molecolari su superfici e il loro studio mediante tecniche di indagine spettroscopiche e microscopiche. Vengono studiate alcune applicazioni dei sistemi molecolari. Il corso intende fornire allo studente gli strumenti di base necessari per comprendere le proprietà macroscopiche e microscopiche delle strutture molecolari. Verranno fornite conoscenze interdisciplinari tra fisica, chimica e ingegneria dei materiali molecolari. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE Lo studente dovrà essere in grado di conoscere le proprietà di base delle strutture molecolari, individuare quali informazioni possono essere ottenute dalle diverse tecniche spettroscopiche utilizzabili per il loro studio. Lo studente sarà in grado di studiare su testi in lingua inglese per quanto riguarda argomenti connessi alle strutture molecolari su superfici e alle principali tecniche di analisi. AUTONOMIA DI GIUDIZIO È richiesto che lo studente acquisisca le conoscenze sulle proprietà delle strutture molecolari in maniera critica. In particolare, al fine di valutare quali caratteristiche siano maggiormente adeguate ad un appropriato impiego delle strutture molecolari nella scienza dei materiali. ABILITÀ COMUNICATIVE Una speciale attenzione viene prestata durante il corso alle capacità comunicative dello studente su argomenti riguardanti le strutture molecolari, tramite delle presentazioni tenute dallo studente della durata di tre-cinque minuti.
----------	--

	CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO L'insegnamento è strutturato in modo da fornire agli studenti gli strumenti metodologici necessari per intraprendere, in piena autonomia, lo studio di problematiche complesse e in continua evoluzione nel settore dei materiali bidimensionali. Lo studente svilupperà la capacità di navigare criticamente la letteratura scientifica internazionale (articoli di ricerca, review, brevetti), sapendo estrarre, confrontare e integrare informazioni provenienti da fonti diverse. Questa abilità consentirà allo studente di aggiornare costantemente le proprie competenze e di affrontare con successo percorsi di studio successivi (quali programmi di dottorato di ricerca) o di inserirsi autonomamente in contesti di R&D industriali ad alta tecnologia.
English	LEARNING OBJECTIVES The aim of the course is to introduce the student to nanotechnologies based on organic molecules on surfaces. The organic molecules on surfaces play a particular importance for molecular electronic devices and sensors, in enantioselective catalysis, on-surface synthesis, corrosion and in mineral extraction. KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING The lessons focus on the realization of molecular systems on surfaces and their study by spectroscopic and microscopic techniques. Some applications of molecular systems are studied. The course aims to provide the student with the basic tools needed to understand the macroscopic and microscopic properties of molecular structures. Interdisciplinary knowledge between physics, chemistry and engineering of molecular materials will be provided. APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING The student should be able to know the basic properties of molecular structures, identify which information can be obtained from the different spectroscopic techniques that can be used for their study. The student will be able to study texts in English regarding topics related to molecular structures on surfaces and the main analysis techniques. MAKING JUDGEMENTS It is required that the student gains knowledge about the properties of molecular structures in a critical manner. In particular, in order to assess which features are most appropriate for the use of molecular structures in materials science. COMMUNICATION SKILLS Special attention is paid during the course to the student's communication skills on topics concerning molecular structures, through presentations given by the student of about three-five minutes. LEARNING SKILLS The student will be stimulated to the use of books and scientific articles written in English for the study of molecular structures with particular attention to topics at the state of the art.

PREREQUISITI

Italiano	Nozioni di base di fisica, chimica e chimica-fisica.
English	Basic fundaments of physics, chemistry and physical-chemistry.

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	Il corso si propone di fornire agli studenti gli strumenti di base necessari per comprendere le proprietà macroscopiche e microscopiche delle strutture molecolari. Verranno fornite conoscenze interdisciplinari tra fisica, chimica e ingegneria dei materiali molecolari. Introduzione: lo studio delle superfici e delle interfacce (morfologia delle superfici e nanostrutture; metodi per la preparazione di nanostrutture a controllo atomico sotto vuoto ultraelevato). Tecniche sperimentali per l'analisi degli adsorbati sulle superfici: tecniche sperimentali di laboratorio e di radiazione di sincrotrone (LEED, spettroscopie di fotoelettroni (PES), NEXAFS, STM, nc-AFM, altre spettroscopie). Applicazioni: chiralità nelle nanostrutture 2D; sintesi su superficie di polimeri 1D e 2D utilizzando diversi precursori molecolari.
English	The lessons focus on the realization of molecular systems on surfaces and their study by spectroscopic and microscopic techniques. Some applications of molecular systems are studied. The course aims to provide the students with the basic tools needed to understand the macroscopic and microscopic properties of molecular structures. Interdisciplinary knowledge between physics, chemistry and engineering of molecular materials will be provided. Introduction: the study of surfaces and interfaces (surfaces morphology and nanostructures; methods for preparation of atomic controlled nanostructures under ultra-high vacuum). Experimental techniques for the analysis of adsorbates on surfaces: laboratory and synchrotron radiation experimental techniques (LEED, Photoelectron spectroscopies (PES), NEXAFS, STM, nc-AFM, other spectroscopies). Applications: chirality in 2D nanostructures; on-surface synthesis of 1D and 2D polymers using different molecular precursors.

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	G. ATTARD, C. BARNES, Surfaces, Oxford University Press. D. P. WOODRUFF, T. A. DELCHAR, Modern Techniques of Surface Science, Cambridge University Press. M.A. VAN HOVE, W. H. WEINBERG, C. M. CHAN, Low-energy electron diffraction. Springer-Verlag, 1986 A.M. BRADSHAW, Photoemission from adsorbates, cap. 15 in V. BORTOLANI, N. H. MARCH, M. P. TOSI, Interaction of atoms and molecules with solid surfaces, Plenum Press 1990 J. Stohr, NEXAFS Spectroscopy, Vol. 25 of Springer Series in Surface Sciences, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992
	G. ATTARD, C. BARNES, Surfaces, Oxford University Press. D. P. WOODRUFF, T. A. DELCHAR, Modern Techniques of Surface Science, Cambridge University Press. M.A. VAN HOVE, W. H. WEINBERG, C. M. CHAN, Low-energy electron diffraction. Springer-Verlag, 1986

	A.M. BRADSHAW, Photoemission from adsorbates, cap. 15 in V. BORTOLANI, N. H.MARCH, M. P. TOSI, Interaction of atoms and molecules with solid surfaces, Plenum Press 1990 J. Stohr, NEXAFS Spectroscopy, Vol. 25 of Springer Series in Surface Sciences, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992
--	---

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Il corso sarà svolto mediante lezioni frontali in aula prevalentemente usando slides preparate al calcolatore integrate con spiegazioni sulla lavagna.
English	The course will be conducted through classroom lectures mainly using computer-prepared slides supplemented with explanations on the board.

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. Le lezioni sono svolte nelle aule del dipartimento.
English	The regular attendance of the course is not mandatory but it is highly recommended in order to facilitate the learning. Lessons are held in the 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

Titolare del corso con altri Professori.
--

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 relativi al 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. 30-30L: Ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di analisi, di sintesi e di autonomia di giudizio. Argomentazioni espresse in modo originale.
<i>English</i>	The exam consists of an oral test aimed at assessing the knowledge and understanding of the main concepts related to 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.