

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

INTRODUZIONE ALLA CRESCITA DEI CRISTALLI

INTRODUCTION TO CRYSTAL GROWTH

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI (LM-Sc.Mat)
Codice	8068699	Canale	Unico
CFU	6	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

FABRIZIO ARCIPRETE

CODOCENTE

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI L'insegnamento si propone di fornire agli studenti le nozioni per la comprensione delle basi teoriche e sperimentali della crescita dei cristalli, con particolare attenzione alla crescita da fase vapore e ai principali fenomeni ad essa collegati. Conoscenza di base delle principali tecniche di crescita da fase vapore e delle tecniche diagnostiche tipicamente utilizzate. La crescita ed in generale la sintesi dei materiali sono fondamentali per lo sviluppo di nuovi materiali e rappresentano perciò nozioni basilari rispetto agli obiettivi formativi del corso di studio. L'insegnamento si articola su lezioni frontali di teoria. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE Lo/la studente/essa deve comprendere gli aspetti fondamentali della nucleazione dei cristalli e successiva crescita e le sue applicazioni nella scienza dei materiali. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE Lo/la studente/essa deve essere in grado di affrontare semplici problematiche legate alla crescita di leghe ed eterostrutture sia tridimensionali sia a bassa dimensionalità. Deve essere in grado di esaminare problemi non direttamente trattati nel corso ma affrontabili con gli strumenti acquisiti. AUTONOMIA DI GIUDIZIO. Lo/la studente/essa deve sviluppare senso critico e metodologia scientifica che gli permettano di affrontare argomenti di Scienza dei Materiali con carattere di interdisciplinarietà tra la Fisica e la Chimica con particolare attenzione alla sintesi dei materiali. ABILITÀ COMUNICATIVE Lo/la studente/essa deve saper illustrare gli argomenti del corso e, possibilmente, capire come applicare le conoscenze acquisite anche in altri campi. Deve, inoltre, essere in grado di illustrarli ad interlocutori scientifici e non scientifici utilizzando un linguaggio tecnico appropriato. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO. Lo/la studente/essa deve dimostrare un avanzamento di conoscenze e capacità di comprensione nel campo della Scienza dei Materiali e di Fisica della Materia, dimostrando di essere in grado leggere e comprendere descrizioni tecniche, libri di testo avanzati e articoli scientifici specialistici su argomenti di ricerca attuali.
----------	--

English	LEARNING OUTCOMES. The class aims at providing students with the understanding of the theoretical and experimental bases of crystal growth, with particular attention to vapor phase growth and the main phenomena involved. Basic knowledge of the main vapor phase growth techniques and typically diagnostic techniques. The growth and in general the synthesis of materials are fundamental for the development of new materials and therefore represent basic notions with respect to the educational objectives of the degree. The class consist of theory lectures. KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING. The student must understand the fundamental aspects of crystal nucleation the subsequent growth and its applications in materials science. APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING. The student must be able to deal with simple problems related to the growth of both three-dimensional and low-dimensional alloys and heterostructures. He/she must be able to examine problems not directly covered in the course but that can be addressed with the tools acquired. MAKING JUDGEMENTS. The student must develop a critical sense and scientific methodology that allow him/her to address Materials Science topics with an interdisciplinarity character between Physics and Chemistry with particular attention to the synthesis of materials. COMMUNICATION SKILLS. The student must be able to illustrate the topics of the course and, possibly, understand how to apply the knowledge acquired in other fields. He/she must also be able to explain them to scientific and non-scientific people using appropriate technical language. LEARNING SKILLS. The student must demonstrate an advancement of knowledge and understanding in the field of Materials Science and Condensed Matter Physics, including through more advanced textbooks and specialized scientific articles on current research topics. The student must demonstrate an advancement in knowledge and understanding in the field of Material Science and Condensed Matter Physics, demonstrating that he/she is able to read and understand technical descriptions, advanced textbooks and scientific papers on current research topics.
---------	--

PREREQUISITI

Italiano	Conoscenze matematiche di calcolo e geometria. Fisica generale: meccanica, termodinamica, elettromagnetismo e ottica. Nozioni di base di struttura della materia e cristallografia.
English	Mathematical knowledge of calculus and geometry. General physics: mechanics, thermodynamics, electromagnetism and optics. Basic notions of condensed matter and crystallography.

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	Cristallo all'equilibrio: Sovrassaturazione, Equazione di Gibbs-Thomson, Equazione di Laplace, Teorema di Wulff, Cristallo su una superficie, Formula di Herring, Approccio atomistico alla crescita dei cristalli, Modello di Jackson. Nucleazione: Termodinamica della nucleazione, Nucleazione omogenea ed eterogenea, Velocità di nucleazione, Teoria atomistica della nucleazione. Crescita dei cristalli: Crescita normale su superfici R, Crescita su superfici F, Crescita da fase vapore, Velocità di avanzamento di un gradino, Velocità di avanzamento di un treno di gradini, Crescita da una nucleazione bidimensionale, Crescita strato per strato, Barriera di Ehrlich-Schwoebel. Molecular Beam Epitaxy: Processo di crescita, Tecnica e reattori di crescita. Tecniche per il monitoraggio della crescita: RHEED e LEED.
<i>English</i>	Crystal equilibrium: Supersaturation, Equation of Gibbs-Thomson, Equation of Laplace, Wulff Theorem, Crystal on a surface, Herring's Formula, Atomistic views on crystal growth, Model of Jackson. Nucleation: Thermodynamics, Homogeneous and heterogeneous nucleation, Rate of nucleation, Atomistic theory of nucleation. Crystal growth: Growth on R surfaces, Growth on F surfaces, Growth from vapor phase, Rate of advance of a step, Rate of advance of a train of steps, Growth by two-dimensional nucleation, Layer by layer growth, Ehrlich-Schwoebel barrier. Molecular Beam Epitaxy: Growth process, technology and reactors for MBE growth. Techniques for the growth monitoring: RHEED and LEED.

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Ivan V. Markov: "Crystal growth for Beginners" – World Scientific Dispense del docente fornite durante il corso.
	Ivan V. Markov: "Crystal growth for Beginners" – World Scientific Teacher's notes provided during the course.

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza

☐ A distanza

Italiano	Il corso prevede lezioni frontali tenute in aula per un totale di 48 ore. Sono previste lezioni dimostrative presso il Laboratorio MBE del Dipartimento di Fisica dell'Università di Tor Vergata e/o altri laboratori di altri Dipartimenti.
<i>English</i>	The course includes lectures held in the classroom for a total of 48 hours. Demonstrative lectures are planned at the MBE Laboratory of the Department of Physics of the University of Tor Vergata and/or other laboratories of other Departments.

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	Le lezioni frontali non hanno obbligo di frequenza (per quanto la frequenza sia fortemente consigliata).
English	Lectures are not obligatory (although the attendance is strongly recommended).

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

Prof. Fabrizio Arciprete
 Prof. Massimo Longo
 Dott.ssa Raffaella Calarco
 Dott. Massimo Fanfoni
 Prof. Anna Sgarlata

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	La prova orale esame sarà valutata da una commissione di almeno due docenti 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 argomentazione logica coerente. 24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi con argomentazioni espresse in modo rigoroso. 27-29: Conoscenza e comprensione degli argomenti completa; notevoli capacità di analisi e di sintesi. Buona autonomia di giudizio. 30-30L: Ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di analisi e di sintesi e di autonomia di giudizio. Argomentazioni espresse in modo originale. La valutazione finale è espressa in trentesimi.
English	The oral exam will be evaluated by a committee of at least two professors according to the following criteria:



	Rejected: 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 synthesis, analysis and autonomy of judgment. 21-23: Routine knowledge and understanding of topics; Ability to correct analysis and synthesis with coherent logical argumentation. 24-26: Fair knowledge and understanding of the topics; good skills of analysis and synthesis, 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 and synthesis and autonomy of judgment. Arguments expressed in an original way. The final evaluation is expressed in thirtieths.
--	--