

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Fisica dei Materiali con Laboratorio

Physics of Materials with Laboratory

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026/2027	CdS	Scienze dei Materiali (L-30)
Codice	8066176	Canale	Unico
CFU	8	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Luca Persichetti

CODOCENTE

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: Gli obiettivi formativi del corso sono quattro. Il primo obiettivo formativo è quello di far comprendere agli studenti la profonda interconnessione tra fabbricazione, struttura (atomica, microscopica e macroscopica), proprietà meccaniche e fisico-chimiche e prestazioni di un materiale. In questo contesto, si approfondirà la stretta correlazione tra struttura atomica, microscopica e macroscopica di un materiale e le sue risposte agli stimoli meccanici, fisici o chimici. Un secondo, non meno importante, obiettivo formativo del corso è quello di fornire agli studenti la conoscenza di alcuni metodi di indagine sperimentale atti ad evidenziare la struttura, le proprietà meccaniche, le proprietà chimico-fisiche dei materiali. Il terzo obiettivo è quello di far sperimentare agli studenti con diverse esperienze in laboratorio, la relazione tra fabbricazione, struttura, proprietà e prestazioni dei materiali. Il quarto obiettivo è quello di dare agli studenti i primi rudimenti di come presentare i risultati della propria ricerca in pubblico. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE: Lo studente acquisisce la conoscenza dei concetti fondamentali relativi alla struttura, alle proprietà meccaniche e fisico-chimiche dei materiali e alla loro correlazione con il processo di fabbricazione, a livello atomico, microscopico e macroscopico. Acquisisce inoltre la conoscenza di alcune tecniche sperimentali di caratterizzazione dei materiali. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE: La capacità di interpretare la fenomenologia dei materiali cristallini e di inquadrarla all'interno delle conoscenze fisiche di base e della fisica atomica e molecolare per comprendere le
----------	---

	caratteristiche fondamentali dei materiali (proprietà meccaniche, fisico-chimiche, di trasporto e prestazioni). AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Lo studente sviluppa la capacità di correlare le scelte di processo e di fabbricazione con le proprietà e le prestazioni dei materiali, valutando criticamente i risultati delle esperienze di laboratorio e della letteratura scientifica. ABILITÀ COMUNICATIVE: Lo studente acquisisce i primi rudimenti per la presentazione pubblica dei risultati sperimentali ottenuti in laboratorio, con particolare attenzione alla struttura logica dell'esposizione e all'uso corretto della terminologia scientifica. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Lo studente sviluppa la capacità di affrontare in modo autonomo l'analisi e l'interpretazione di dati sperimentali nel campo della scienza dei materiali, anche attraverso gli strumenti di base della teoria di elaborazione dei dati e della teoria degli errori.
English	LEARNING OUTCOMES: There are four learning outcomes of the course. The first educational objective is to make students understand the deep interconnection between fabrication, structure (atomic, microscopic and macroscopic), mechanical and physical-chemical properties and performance of a material. In this context, the close correlation between atomic, microscopic and macroscopic structure of a material and its responses to mechanical, physical or chemical input will be deepened. A second, not least, educational objective of the course is to provide students with knowledge of some experimental methods of investigation aimed at highlighting the structure, the mechanical and the chemical-physical properties of materials. The third objective is to let students experience the relationship between fabrication, structure, properties and performance of materials through several laboratory experiences. The fourth goal is to give students the first rudiments of how to present the results of their research in public. KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: The student acquires knowledge of fundamental concepts related to the structure, mechanical and physicochemical properties of materials and their correlation with the fabrication process, at the atomic, microscopic and macroscopic scale. The student also acquires knowledge of selected experimental characterisation techniques for materials. APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: The ability to interpret the phenomenology of crystalline materials and to place it within the framework of fundamental physics and atomic and molecular physics, in order to understand the fundamental properties of materials (mechanical, physicochemical, transport properties and performance). MAKING JUDGEMENTS:

	The student develops the ability to correlate processing and fabrication choices with the properties and performance of materials, critically evaluating the results of laboratory experiments and scientific literature. COMMUNICATION SKILLS: The student acquires the first rudiments of public presentation of experimental results obtained in the laboratory, with particular attention to the logical structure of the exposition and the correct use of scientific terminology. LEARNING SKILLS: The student develops the ability to independently analyse and interpret experimental data in the field of materials science, also through the basic tools of data processing theory and error theory.
--	---

PREREQUISITI

Italiano	Il corso necessita della conoscenza di alcune nozioni di base della chimica e della fisica classica studiata nei primi due anni e di alcune nozioni di base di fisica quantistica. Pur essendo il corso a carattere prevalentemente qualitativo e sperimentale, è richiesta una ottima conoscenza delle equazioni differenziali e del significato del concetto di hamiltoniano e dell'equazione di Schrodinger. Inoltre, per analisi dei dati misurati in laboratorio è necessaria la conoscenza dei primi rudimenti di teoria di elaborazione dei dati e di teoria degli errori che sono stati studiati nel corso di Laboratorio I.
English	<i>The course requires knowledge of some basics of chemistry and classical physics studied in the first two years and some basics of quantum physics. Although the course is predominantly qualitative and experimental, an excellent knowledge of differential equations and the knowledge of the Hamiltonian concept and of the Schrodinger equation is required. In addition, laboratory-measured data analysis requires knowledge of the first rudiments of data processing theory and error theory that have been studied in the Laboratory I course.</i>

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	1 CFU: Introduzione dei concetti di fabbricazione, struttura, proprietà e prestazioni di un materiale e loro correlazione. Ciclo dei materiali. Le forze di coesione. Stato solido, condensazione della materia, cristalli. Strutture cristalline. Reticolo diretto. Vetri e varie altre aggregazioni dello stato condensato. Struttura molecolare dei polimeri organici. Imperfezioni nei solidi. Difetti puntiformi, dislocazioni, bordi di grano. Microscopia ottica ed elettronica. Introduzione ad altre tecniche sperimentali di analisi dei materiali. Diffusione. 3 CFU: Proprietà meccaniche di metalli, vetri e polimeri: resistenza; sforzo e deformazioni, energia di deformazione ed effetto anelastico. Dislocazioni e meccanismi per aumentare la resistenza. Deformazioni e sforzi nei mezzi continui: tensore delle deformazioni e tensore degli sforzi, significato fisico delle deformazioni locali, trazione, compressione e taglio, equazioni fondamentali della meccanica dei solidi ed equazioni costitutive. Elasticità lineare
----------	---

	del mezzo continuo: comportamento elastico lineare di materiali omogenei e isotropi, tensore elastico, notazione di Voigt, coefficienti di Lamé, modulo di Young, coefficiente di Poisson, modulo di compressibilità e di taglio, relazioni tra costanti elastiche ed esempi applicativi di stati di sforzo e deformazione. Elementi di meccanica della frattura fragile: fenomenologia della frattura, comportamento fragile e duttile dei materiali, ruolo della microstruttura, concentrazione degli sforzi, criterio di Griffith, bilancio energetico, resistenza alla frattura e campo di sforzo all'apice di cricca. Elementi di plasticità: comportamento plastico dei materiali, incrudimento, condizioni di snervamento, superfici di plasticità e origine microscopica della deformazione plastica. Leghe e diagrammi di fase. Trasformazioni di fase. Acciai. 2 CFU: Proprietà elettriche, termiche ed ottiche. Modello di Drude: conducibilità elettrica, effetto Hall, riflettività dei metalli. Proprietà magnetiche. 2 CFU di laboratorio: Esperienza di proprietà meccaniche di durezza di diversi materiali; di analisi al microscopio a forza atomica; di analisi al microscopio a trasmissione elettronica; di proprietà ottiche dei materiali. Le esperienze di microscopia a trasmissione elettronica sono tenute virtualmente con collegamento da remoto con la piattaforma teams. Le esperienze di laboratorio seguono lo svolgimento del programma teorico.
English	1 CFU: Introduction to the concepts of fabrication, structure, properties and performance of a material and their inter-correlation. Material cycle. Cohesion forces. Solid state, condensation of matter, crystals. Crystalline structures. Direct lattice. Glasses and various other aggregations of the condensed state. Molecular structure of organic polymers. Imperfections in solids. Point defects, dislocations, grain boundaries. Optical and electron microscopy. Introduction to other experimental techniques for materials characterisation. Diffusion. 3 CFU: Mechanical properties of metals, glasses and polymers: strength; stress and strain, deformation energy and anelastic effect. Dislocations and mechanisms to increase strength. Strain and stress in continuous media: strain tensor and stress tensor, physical meaning of local deformations, tension, compression and shear, fundamental equations of solid mechanics and constitutive equations. Linear elasticity of continuous media: linear elastic behaviour of homogeneous and isotropic materials, elastic tensor, Voigt notation, Lamé coefficients, Young's modulus, Poisson's ratio, bulk modulus and shear modulus, relationships among elastic constants and application examples of stress and strain states. Elements of brittle fracture mechanics: fracture phenomenology, brittle and ductile behaviour of materials, role of microstructure, stress concentration, Griffith criterion, energy balance, fracture toughness and stress field at the crack tip. Elements of plasticity: plastic behaviour of materials, strain hardening, yielding conditions, yield surfaces and microscopic origin of plastic deformation. Alloys and phase diagrams. Phase transformations. Steels. 2 CFU: Electrical, thermal and optical properties. Drude model: electrical conductivity, Hall effect, reflectivity of metals. Magnetic properties. 2 CFU laboratory: Experiments on mechanical hardness properties of different materials; atomic force microscopy analysis; transmission electron microscopy analysis; optical properties of materials. The transmission electron microscopy experiments are conducted

	virtually via remote connection on the Teams platform. The laboratory experiments follow the progression of the theoretical programme.
--	--

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Materials Science and Engineering: An Introduction, William D. Callister, Jr., John Wiley & Sons, Inc. 7th ed., 2007, ISBN-13: 978-0-471-73696-7 Saranno inoltre fornite dispense disponibili sulla piattaforma TEAMS. Alcuni argomenti saranno adattati dai seguenti libri: Solid State Physics, N. W. Ashcroft e D. N. Mermin, Cengage Learning, Inc. Solid State Physics, G. Grosso e G. Pastori Parravicini, Elsevier Science Publishing Co. Inc.
English	<i>Materials Science and Engineering: An Introduction, William D. Callister, Jr., John Wiley & Sons, Inc. 7th ed., 2007, ISBN-13: 978-0-471-73696-7</i> <i>Files with lessons' notes will also be provided in the TEAMS platform.</i> <i>Some topics will be adapted from the following books:</i> <i>Solid State Physics, N. W. Ashcroft and D. N. Mermin, Cengage Learning, Inc.</i> <i>Solid State Physics, G. Grosso and G. Pastori Parravicini, Elsevier Science Publishing Co. Inc.</i>

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Il corso ha una doppia modalità: lezioni frontali ed esperimenti in laboratorio. La prima modalità serve per mettere in evidenza le relazioni tra fabbricazione, struttura, proprietà e prestazioni dei vari materiali, introducendo via via i concetti fisico-chimici necessari per la comprensione e alcune tecniche sperimentali utili per indagare le proprietà e le prestazioni del materiale. La seconda modalità prevede l'esperienza diretta in laboratorio dove gli studenti eseguono misure sperimentali e presentano pubblicamente i risultati.
English	<i>The course has a dual mode: frontal lessons and laboratory experiments. The first will serve to highlight the relationships between the manufacture, structure, properties and performance of the various materials, gradually introducing physical-chemical concepts necessary for understanding and some experimental techniques useful for investigating the properties and material performance. The second mode provides direct experience in the laboratory where students perform experimental measurements and publicly present the results.</i>

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria x frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	La frequenza è facoltativa per le lezioni frontali mentre è permessa una sola assenza giustificata per le prove di laboratorio.
English	<i>Attendance is optional for frontal lessons while only one justified absence is allowed for the experiences in the lab.</i>

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

Luca Persichetti

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	L'esame consiste di una prova orale, in cui lo studente porta un argomento a piacere e di una domanda su un altro argomento del programma fatta dal docente. Per sostenere la prova orale è necessario aver fatto almeno una volta la presentazione dei risultati sperimentali ottenuti in laboratorio. Durante la prova orale una serie di domande verranno effettuate per permettere al docente di capire il grado di conoscenza e di comprensione degli argomenti trattati. 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 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, 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.
----------	--

	COMMISSIONE D'ESAME: -Luca Persichetti -Luca Camilli -Anna Sgarlata -Manuela Scarselli -Paola Castrucci
English	<i>The exam consists of an oral test, in which the student presents a topic of their choice and answers a question on another topic of the programme posed by the examiner.</i> <i>To take the oral test it is necessary to have presented the experimental results obtained in the laboratory at least once.</i> <i>During the oral test, a series of questions will be asked to allow the examiner to assess the student's degree of knowledge and understanding of the topics covered.</i> <i>The exam will be assessed according to the following criteria:</i> <i>Fail: significant deficiencies and/or inaccuracies in knowledge and understanding of the topics; limited capacity for analysis and synthesis, frequent generalisations.</i> <i>18-20: barely sufficient knowledge and understanding of the topics with possible imperfections; sufficient capacity for analysis, synthesis and independent judgement.</i> <i>21-23: routine knowledge and understanding of the topics; correct capacity for analysis and synthesis with coherent logical argumentation.</i> <i>24-26: fair knowledge and understanding of the topics; good capacity for analysis and synthesis with rigorous argumentation.</i> <i>27-29: complete knowledge and understanding of the topics; considerable capacity for analysis and synthesis; good independent judgement.</i> <i>30-30L: excellent level of knowledge and understanding of the topics; considerable capacity for analysis, synthesis and independent judgement; arguments expressed in an original manner.</i> Exam Committee -Luca Persichetti -Luca Camilli -Anna Sgarlata -Manuela Scarselli -Paola Castrucci