

Scheda di Insegnamento / Attività Formativa

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Metodi Matematici per la Scienza dei Materiali 2

MATHEMATICAL METHODS FOR MATERIALS SCIENCE 2

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	L-SC.MAT
Codice	8068680	Canale	Unico
CFU	4	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

ENRICO PERFETTO

CODOCENTE

Modulo:

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI



Scheda di Insegnamento / Attività Formativa

Italiano

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso è volto a completare la formazione di base nel campo della matematica indispensabile per i corsi professionalizzati del corso di laurea in Scienza dei Materiali. L'obiettivo del corso è quello di fornire gli strumenti matematici che sono alla base dello sviluppo della teoria della chimica-fisica moderna, ovvero della meccanica quantistica e della fisica statistica. L'impostazione del corso è di carattere prevalentemente applicativo; questo al fine di fornire agli studenti le conoscenze e le metodologie matematiche che sono necessarie per la risoluzione dei problemi delle scienze fisiche e chimiche.

CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE

Le lezioni vertono sulle principali metodologie matematiche in uso nella moderna scienza dei materiali dove è sempre più importante l'impiego della meccanica quantistica. In particolare, la teoria degli spazi funzionali e degli operatori, del calcolo delle trasformate integrali, delle equazioni differenziali e delle funzioni di variabile complessa sono le tematiche principali delle lezioni. In questa maniera il corso intende fornire allo studente le conoscenze matematiche che sono indispensabili per una profonda comprensione degli argomenti di fisica atomica e molecolare e della chimica-fisica dello stato solido.

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE

Lo studente dovrà aver acquisito capacità adeguate per lo sviluppo e approfondimento di competenze nell'ambito dei metodi matematici della fisica e chimica. La valutazione della capacità di apprendimento viene valutata in occasione degli esami e, in itinere, durante i 15 minuti di discussione pianificati all'inizio di ogni lezione. Le lezioni vertono sulle principali metodologie matematiche in uso nella moderna scienza dei materiali dove è sempre più importante l'impiego della meccanica quantistica. In particolare, la teoria degli spazi funzionali e degli operatori, del calcolo delle trasformate integrali, delle equazioni differenziali e delle funzioni di variabile complessa sono le tematiche principali delle lezioni. In questa maniera il corso intende fornire allo studente le conoscenze matematiche che sono indispensabili per una profonda comprensione degli argomenti di fisica atomica e molecolare e della chimica-fisica dello stato solido.

ABILITÀ COMUNICATIVE

Lo studente dovrà essere in grado di comunicare in modo chiaro, corretto e privo di ambiguità le proprie conoscenze acquisite durante il corso. Questo aspetto verrà promosso dedicando 10-15 minuti di ogni lezione alla revisione, e all'eventuale chiarificazione, dei concetti acquisiti nel corso della lezione precedente e stimolando gli studenti alla partecipazione di una discussione di classe.

AUTONOMIA DI GIUDIZIO:

Si chiede di:

- Saper valutare la consistenza logica delle argomentazioni a cui porta l'applicazione dei concetti e delle teorie apprese, sia in ambito teorico sia nell'analisi di dati sperimentali;
- Saper riconoscere eventuali errori attraverso un'analisi critica del metodo adottato.

CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO:

Si chiede di maturare una capacità di apprendimento delle tematiche affrontate durante il corso, sia mediante la consultazione dei libri di testo, sia mediante banche dati e altre informazioni in rete, che sarà necessaria per intraprendere studi successivi con un approccio critico ed un alto grado di autonomia.



Scheda di Insegnamento / Attività Formativa

<i>English</i>	Educational Objectives The course is designed to complete the students' basic training in mathematics, which is essential for the professional courses of the Degree Program in Materials Science. The aim of the course is to provide the mathematical tools underlying the development of modern physical chemistry theory, namely quantum mechanics and statistical physics. The course is primarily application-oriented, with the goal of equipping students with the mathematical knowledge and methodologies necessary for solving problems in the physical and chemical sciences. Knowledge and Understanding The lectures focus on the main mathematical methodologies used in modern materials science, where the application of quantum mechanics is becoming increasingly important. In particular, the theory of functional spaces and operators, integral transform calculus, differential equations, and functions of a complex variable are the main topics covered. In this way, the course aims to provide students with the mathematical knowledge that is indispensable for a thorough understanding of atomic and molecular physics and the physical chemistry of the solid state. Applying Knowledge and Understanding Students are expected to acquire adequate skills for the development and further advancement of competencies in the mathematical methods of physics and chemistry. The assessment of learning ability is carried out during examinations and, throughout the course, during the 15-minute discussion sessions scheduled at the beginning of each lecture. The lectures focus on the main mathematical methodologies used in modern materials science, where the application of quantum mechanics is increasingly important. In particular, the theory of functional spaces and operators, integral transform calculus, differential equations, and functions of a complex variable are the principal topics addressed. In this way, the course intends to provide students with the mathematical knowledge that is indispensable for a deep understanding of atomic and molecular physics and the physical chemistry of the solid state. Communication Skills Students should be able to communicate clearly, correctly, and unambiguously the knowledge acquired during the course. This aspect will be fostered by dedicating 10–15 minutes of each lecture to reviewing and, if necessary, clarifying the concepts covered in the previous lecture, as well as encouraging students to participate in class discussions. Autonomy of Judgment Students are expected to be able to assess the logical consistency of the arguments arising from the application of the concepts and theories learned, both in theoretical contexts and in the analysis of experimental data. Be able to identify possible errors through a critical analysis of the adopted methodology. Learning Skills Students are expected to develop the ability to learn the topics covered during the course through consultation of textbooks, databases, and other online resources. This ability will be essential for undertaking further studies with a critical approach and a high degree of autonomy.
----------------	---

PREREQUISITI

Italiano	Nozioni di calcolo differenziale ed integrale per funzioni di una e più variabili. Elementi di geometria analitica.
English	Fundamentals of integral and differential calculus and geometry.

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	Spazi vettoriali a dimensione finita (18 ore: 8 ore di teoria +10 ore di esercitazioni) Spazi Metrici; Spazi vettoriali a dimensione finita C_n. Disuguaglianza di Schwarz. Dipendenza lineare: metodo di ortonormalizzazione di Gram-Schmidt. Operatori lineari. Autovalori e autovettori di matrici: diagonalizzazione. Funzioni di matrice. Matrici Hermitiane. Cambiamenti di base. Spazi vettoriali a dimensione infinita (18 ore: 8 ore di teoria +10 ore di esercitazioni) Spazi funzionali. Operatori lineari nello spazio L_2. Notazione di Dirac. Problemi agli autovalori in L_2. Relazioni di completezza e sviluppo in serie di funzioni. Disuguaglianza di Bessel; uguaglianza di Parseval.
English	<i>Finite Dimensional Vector Spaces (18 hours: 8 hours theory + 10 hours exercises)</i> <i>Metric Spaces; Finite Dimensional Vector Spaces C_n. Schwarz Inequality. Linear Dependence: Gram-Schmidt Orthonormalization Method. Linear Operators. Eigenvalues and Eigenvectors of Matrices: Diagonalization. Matrix Functions. Hermitian Matrices. Change of Basis.</i> <i>Infinite Dimensional Vector Spaces (18 hours: 8 hours theory + 10 hours exercises)</i> <i>Functional Spaces. Linear Operators in L_2 Space. Dirac Notation. Eigenvalue Problems in L_2. Completeness Relations and Series Expansion of Functions. Bessel's Inequality; Parseval's Equality. Fourier Series Expansion.</i>

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	V.I. Smirnov, Corso di Matematica Superiore volume II e III (Editori Riuniti Univ. Press) G. Cicogna, Metodi matematici per la fisica , Springer 2008 A.N. Kolmogorov, S.V. Fomin, Elementi di teoria delle funzioni e di analisi funzionale (edizioni Mir 1980)“
English	<i>V.I. Smirnov, Corso di Matematica Superiore volume II e III (Editori Riuniti Univ. Press)</i> <i>G. Cicogna, Metodi matematici per la fisica , Springer 2008</i> <i>A.N. Kolmogorov, S.V. Fomin, Elementi di teoria delle funzioni e di analisi funzionale (edizioni Mir 1980)“</i>

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza

☐ A distanza

Italiano	Didattica frontale condotta in aula mediante uso della lavagna e del gesso in modo da dare il tempo agli studenti di riflettere sulle derivazioni matematico-fisiche degli argomenti trattati e di formulare appropriate domande al docente. Il ricorso a mezzi audiovisivi è limitato alla presentazione di argomenti specifici che necessitano illustrazione e discussione di figure e dati.
English	Frontal lectures done in the classroom using the blackboard and chalk in order to give students time to reflect on the mathematical-physical derivations of the topics covered and to formulate appropriate questions to the teacher. The use of audiovisual media is limited to the presentation of specific topics that require illustration and discussion of figures and data..

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria

☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Scheda di Insegnamento / Attività Formativa

Italiano	La frequenza regolare del corso non è obbligatoria ma è molto consigliata al fine di facilitare l'apprendimento delle derivazioni matematico-fisiche trattate nel corso. 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 of the mathematical-physical derivations dealt within the course. 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

OLTRE ALLA TITOLARE ENRICO PERFETTO, 1 o 2 fra i seguenti esperti nel settore TOMMASO GIOVANNINI, GIANLUCA STEFANUCCI, MASSIMO TOMELLINI

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO



Scheda di Insegnamento / Attività Formativa

Italiano	La verifica dell'apprendimento prevede una prova d'esame scritta che consta nella risoluzione di esercizi e di una prova orale. I criteri che sono alla base della verifica sono i seguenti: capacità di impostare il procedimento di risoluzione dell' esercizio senza errori concettuali; capacità di risoluzione dei problemi proposti senza errori di calcolo; 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.
----------	---

Scheda di Insegnamento / Attività Formativa

English	The verification of the learning outcomes consists of a written examination, consisting of mathematical exercises, and an oral examination. The criteria used to check the learning outcomes are the following: The capability to solve the problem through a computation pathway without any “conceptual” error; The capability to solve the proposed problems without any “computational” error; Unsuitable: important deficiencies and/or inaccuracies in the knowledge and understanding of the topics; limited analytical and synthesis skills, frequent generalizations. 18-20: sufficient knowledge and understanding of the topics with some possible imperfections; sufficient analytical skills, synthesis and autonomy of judgment. 21-23: Routine knowledge and understanding of routine topics; Ability to analyze and synthesize correctly with coherent logical argumentation. 24-26: Discrete knowledge and understanding of the topics; good analysis and synthesis skills with arguments rigorously expressed. 27-29: Complete knowledge and understanding of the topics; remarkable skills of analysis, synthesis. Good autonomy of judgment. 30-30L: Excellent level of knowledge and understanding of the topics. Remarkable analytical and synthesis skills and autonomy of judgment. Arguments expressed in an original way.
---------	--