UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Chemistry of Inorganic Materials

2627-2-F5402Q030

Obiettivi

Il corso introduce e discute criticamente le proprietà dei solidi inorganici e alcuni metodi avanzati per la sintesi di materiali funzionali.
Questo insegnamento ambisce a contribuire alle competenze specifiche, teoriche e sperimentali, sulle proprietà dei materiali inorganici, e alle capacità pratiche per la preparazione e caratterizzazione dei materiali. Al termine del corso lo studente conoscerà i fondamenti chimico-fisici e di processo relativi ad alcuni tra i principali approcci alla sintesi di materiali inorganici, sia in termini di metodi di sintesi chimica sia di parametri chimico-fisici e di processo per la sintesi di materiali funzionali a base inorganica. Il corso è la naturale integrazione di Chimica Inorganica delle Formulazioni e Chimica di Coordinazione e Metallorganica.

Conoscenze e capacità di comprensione: il corso ha l'obiettivo di creare uno spirito critico, volto all'esame e alla comprensione dei processi coinvolti nella preparazione dei materiali inorganici e delle loro propietà. Lo studente utilizza con dimestichezza concetti e strumenti interpretativi di applicazione generale nell'ambito degli argomenti trattati nelle lezioni.
Conoscenza e capacità di comprensione applicate: Al termine del corso lo studente maneggia concetti relativi alle nozioni di termodinamica e cinetica da applicare nel campo della sintesi di materiali inorganici di diverse tipologie, inclusa la rilevanza applicativa dei solidi inorganici in processi industriali e nell'ambito della ricerca.
Autonomia di giudizio: grazie alle interazioni con gli studenti in aula viene costantemente stimolato lo sviluppo di un'adeguata autonomia di giudizio.
Abilità comunicative: il corso ha l'obiettivo di migliorare le abilità comunicative. A tale scopo gli esami di profitto sono svolti con modalità orale in presenza dei docente, con particolare cura verso gli aspetti di linguaggio tecnico e scientifico.
Capacità di apprendimento: il corso vuole stimolare e migliorare le capacità di apprendimento mediante la discussione, in aula, di recenti pubblicazioni scientifiche inerenti agli argomenti del corso. Lo studente avrà modo di sviluppare le proprie capacità di apprendimento autonomo, confrontandosi direttamente anche con le fonti di letterature scientifica, e le proprie abilità comunicative, che verranno verificate in sede di esame orale.

Contenuti sintetici

Teoria del legame chimico nei solidi: metalli, isolanti e semiconduttori. Definizioni avanzate di acidi e basi, reattività di sali fusi, reattività delle superfici dei materiali inorganici.
Distribuzione degli elementi chimici nella crosta terrestre e problema della loro estrazione. Sintesi di materiali funzionali (in forma di cristalli singoli, polveri policristalline, film, materiali con porosità ordinata) mediante: sintesi da fase gassosa, fuso e da soluzione a bassa e alta temperatura, a bassa e alta pressione.

Programma esteso

Teoria del legame chimico nei solidi Modello a bande, elettroni quasi liberi e modello tight-binding, modello di Hubbard.
Disponilità e distribuzione degli elementi chimici nella crosta terrestre: problemi ambientali e tecnologici per l'estrazione degli elementi di interesse per la sintesi di materiali inorganici.

Sintesi di solidi da fase gassosa: deposizione chimica e fisica da vapore, (e tecniche derivate) con modelli cinetici, tipi di reattore, requisiti dei reagenti.

Sintesi da fuso e da soluzione: crescita di cristalli dal fuso: caratteristiche generali e tecniche specifichei (metodi di Verneuil, Bridgman-Stockbarger, Czochralski, Kyroupolos, a zona fluttuante). Crescita da soluzione a bassa e alta temperatura (processi solvotermali e idrotermali, crescita da solventi speciali ad alta temperatura). Reazioni di precipitazione e controllo della morfologia cristallina. Il ruolo di additivi/impurezze.

Reattività e stabilità dei materiali inorganici: Definizioni avanzate di acidi e basi, proprietà acido-base e redox dei materiali inorganici, diagrammi di fase e stabilità in acqua e altri solventi.

Chimica delle superfici dei materiali inorganici: Differenze nella reattività delle diverse facce dei materiali inorganici, effetti di nanostrutturazione, funzionalizzazione di superfici, fenomeni di intercalazione in materiali a strati.

Prerequisiti

Il corso di Chimica dei Materiali Inorganici richiede un approccio interdisciplinare che utilizza nozioni acquisite negli insegnamenti di chimica generale e inorganica, chimica organica, chimica fisica (termodinamica ed equilibrio chimico), fisica generale e nozioni di base di cristallografia.

Modalità didattica

Il corso prevede 24 lezioni frontali da 2 ore in presenza (Didattica Erogativa). Le lezioni verranno impartite in lingua inglese, mediante la proiezione di testo, schemi, diagrammi, fotografie e filmati.

Materiale didattico

Testo di riferimento:
Synthesis of inorganic materials - U. Schubert, N. Hüsing - (2019) - ebook

Testi per approfondimento/consultazione:

- The inorganic chemistry of materials: how to make things out of elements - P.J. van der Put - (1998)
- Solid state chemistry. Compounds - Eds. A.K. Cheetham, P. Day - (1992)
- Modern inorganic chemistry synthesis – R. Xu, W. Pang, Q. Huo Eds. - (2017) – ebook
- Inorganic chemistry – D. F. Shriver, P. W. Atkins, C. H. Langford – Oxford University Press (1990)
- Inorganic chemistry – J. E. Huheey – Harper & Row Eds. (1983)

Gli argomenti trattati in aula saranno disponibili in formato pdf sulla piattaforma e-learning.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

1° semestre - da settembre 2026

Modalità di verifica del profitto e valutazione

L'esame consiste in un colloquio orale e individuale. Non sono previste prove in itinere intermedie. La votazione viene espressa secondo la seguente scala di valutazione:

Voti alti (28-30 e lode):
Conoscenze e capacità di comprensione: Lo studente ha acquisito ottime e approfondite conoscenze e mostra ottima capacità di ragionamento autonomo sugli argomenti trattati
Conoscenza e capacità di comprensione applicate: Lo studente sa affrontare, con completo successo, un caso reale di studio, utilizzando gli strumenti concettuali acquisiti
Capacità espositive e di apprendimento Lo studente formula le risposte fluentemente e con proprietà di linguaggio, ricorrendo anche a rappresentazioni grafiche e simboliche. Si riscostrano al più piccoli errori formali.

Voti medi (23-27):
Conoscenze e capacità di comprensione: Lo studente ha acquisito buone conoscenze e mostra buona capacità di ragionamento autonomo sugli argomenti trattati
Conoscenza e capacità di comprensione applicate: Lo studente sa affrontare, con parziale successo, un caso reale di studio, utilizzando gli strumenti concettuali acquisiti
Capacità espositive e di apprendimento Lo studente formula le risposte correttamente e con parziale proprietà di linguaggio, ricorrendo anche a rappresentazioni grafiche e simboliche. Si riscostrano alcuni errori espositivi sostanziali.

Voti bassi (18-22):
Conoscenze e capacità di comprensione: Lo studente ha acquisito sufficienti conoscenze e mostra discreta capacità di ragionamento autonomo sugli argomenti trattati
Conoscenza e capacità di comprensione applicate: Lo studente sa affrontare, con autonomia limitata, un caso reale di studio, utilizzando gli strumenti concettuali acquisiti
Capacità espositive e di apprendimento Lo studente formula le risposte con fatica, ricorrendo, se aiutato, anche a rappresentazioni grafiche e simboliche. Si riscostrano vari errori espositivi sostanziali.

Voto insufficiente (minore di 18):
Conoscenze e capacità di comprensione: Lo studente non ha acquisito sufficienti conoscenze e capacità di

ragionamento autonomo sugli argomenti trattati
Conoscenza e capacità di comprensione applicate: Lo studente non sa affrontare un caso reale di studio utilizzando gli strumenti concettuali acquisiti
Capacità espositive e di apprendimento Lo studente non è in grado di formulare risposte appropriate.

Orario di ricevimento

Il docente è disponibile per chiarimenti e consigli riguardanti gli argomenti trattati previo appuntamento tramite e-mail a: sergio.tosoni@unimib.it

Sustainable Development Goals

ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE | CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI | LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO