UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Chemistry of Inorganic Materials

2425-1-FSM01Q005

Obiettivi

Il corso introduce e discute criticamente alcuni metodi avanzati per la sintesi di materiali funzionali inorganici, con particolare attenzione alla selezione dei precursori e delle condizioni di processo per ottenere materiali aventi composizione, proprietà chimico-fisiche e struttura predeterminate. Data l'importanza dei materiali in forma cristallina verranno fornite nozioni di base riguardanti i meccanismi di nucleazione e di crescita cristallina a partire dal fuso, da soluzione (bassa e alta temperatura) e da fase vapore. Concetti avanzati di chimica inorganica, incluse reazioni acido/base, reazioni di ossido-riduzione e la stabilità in acqua o altri solventi, verranno discusse con l'obbiettivo di fornire ulteriori competenze per una selezione oculata dei materiali e dei parametri di sintesi per una data applicazione.

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 del corso Strategies for materials synthesis – Inorganic strategies for materials synthesis.

Contenuti sintetici

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. Introduzione alla nucleazione classica e non-classica dei cristalli e ai meccanismi di crescita sulle superfici dei cristalli. Influenza degli additivi sulla crescita dei cristalli. Definizioni avanzate di acidi e basi, proprietà acido/base dei materiali inorganici, proprietà di ossidazione/riduzione dei materiali inorganici, diagrammi di fase, stabilità in acqua e altri solventi.

Programma esteso

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.

Nucleazione dei cristalli e meccanismi della crescita cristallina: nucleazione classica e nuove teorie emergenti. Struttura superficiale dei cristalli e sua relazione con i meccanismi di crescita. Dipendenza della morfologia cristallina dai parametri di crescita. Pianificazione di un esperimento di crescita cristallina. Effetti cinetici e termodinamici. Il ruolo delle sostanze estranee: impurezze e additivi.

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.

Sintesi di pigmenti inorganici: caratteristiche generali delle particelle di pigmento (taglia, distribuzione delle taglie, area e chimica di superficie). Metodi generali di sintesi dei pigmenti inorganici. Pigmenti funczionali.

Sintesi di perovskiti ibride organico-inorganico: strategie e pianificazione – dalla struttura cristallina di ReO3 a oltre 3000 perovskiti ibride (fasi 3D e fasi 2D di Ruddlesden-Popper e Dion-Jacobson) per applicazioni fotovoltaiche, laser, rivelatori, catalisi, etc. Miti e falsi annunci nel campo delle HOIPs: una valutazione critica della letteratura scientifica. La banca dati delle perovskiti.

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

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) 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)
- Springer handbook of crystal growth - G. Dhanaraj, K. Byrappa, V. Prasad, M. Dudley Eds. - (2010) - ebook
- Inorganic Pigments - G. Pfaff - (2017) - ebook
- 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)

Alcuni articoli di rassegna verranno suggeriti per argomenti specifici. I testi sono disponibili presso la biblioteca di ateneo.

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

Periodo di erogazione dell'insegnamento

1° semestre - da settembre 2024

Modalità di verifica del profitto e valutazione

L’esame consiste in un colloquio orale e individuale. Non sono previste prove in itinere intermedie. La verifica del profitto è volta a valutare la preparazione raggiunta in termini di conoscenza teorica degli argomenti trattati durante le lezioni e della loro applicazione in alcuni casi concreti discussi durante le lezioni. Tra i parametri utilizzati per esprimere il giudizio finale vi è la capacità di esporre in modo chiaro e rigoroso gli argomenti appresi. La votazione viene espressa in trentesimi tra 18/30 e 30/30 inclusi, eventualmente con lode, valutata in base alla completezza e qualità delle risposte fornite dallo studente.

Orario di ricevimento

I docenti sono disponibili per chiarimenti e consigli riguardanti gli argomenti trattati previo appuntamento tramite e-mail a: massimo.moret@unimib.it o livia.giordano@unimib.it

Sustainable Development Goals

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