



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Chemistry of Inorganic Materials

2324-2-F5401Q042

Obiettivi

Il corso si propone di introdurre e discutere metodi avanzati per la sintesi di materiali funzionali inorganici e ibridi organico-inorganico. Viene posta particolare attenzione alla selezione dei precursori e delle condizioni di processo per ottenere materiali con composizione, proprietà chimico-fisiche e struttura predeterminate. Data l'importanza dei materiali cristallini verranno fornite nozioni introduttive riguardanti i meccanismi di nucleazione e di crescita 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'obiettivo 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 avanzati, sia in termini di metodi di sintesi chimica sia di parametri chimico-fisici e di processo che consentono di controllare la sintesi di materiali funzionali a base inorganica. Il corso è la naturale prosecuzione e integrazione del corso Strategies for materials synthesis – Inorganic strategies for materials synthesis, anch'esso svolto nel primo semestre.

Contenuti sintetici

Sintesi di materiali funzionali (in forma di cristalli singoli, polveri policristalline, film, materiali con porosità ordinata) mediante: sintesi di solidi da fase gassosa, da fuso e da soluzione a bassa e alta temperatura, a bassa e alta pressione, metodi basati sull'approccio sol-gel. 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

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 additive.

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

Sintesi da fuso e da soluzione: crescita di cristalli dal fuso: caratteristiche generali e tecniche speciali (metodi di Verneuil, Bridgman-Stockbarger, Czochralski, Kyropoulos, skull, 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 materiali microporosi: porosità ordinate mediante agenti "templanti"; sintesi di zeoliti e MOF (metal-organic frameworks). Metodi solvotermali e metodi a bassa temperatura. Le banche dati delle zeoliti e dei MOF.

Sintesi di perovskiti ibride organico-inorganico (HOIPs): strategie e pianificazione – dalla struttura cristallina di ReO_3 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.

Sintesi di materiali bioispirati: i processi di biomineralizzazione e il ruolo dei processi di nucleazione e gli additivi per la crescita. Materiali biogenici e i nuovi materiali biomimetici.

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 funzionali.

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.

Problemi ambientali e materiali inorganici

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

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)

Specifici articoli di rassegna verranno suggeriti per argomenti specifici. I testi sono disponibili presso la sede di scienze della 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 2023

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

