UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Strategies for Materials Synthesis

2627-1-FSM02Q030

Obiettivi

Panoramica del corso
Il corso fornisce un approccio integrato e interdisciplinare alla progettazione e alla sintesi di materiali funzionali. Colmando la chimica organica, inorganica e macromolecolare, il corso fornisce agli studenti un "kit di strumenti sintetici" completo necessario per la moderna scienza dei materiali.

Visione comune
I tre moduli del corso condividono una premessa fondamentale: che la moderna scienza dei materiali richiede un approccio di progettazione strategica. Piuttosto che visualizzare le sostanze chimiche organiche, inorganiche e macromolecolari in modo isolato, questo corso enfatizza la logica sintetica comune che le collega. Gli studenti apprendono ad analizzare le relazioni struttura-proprietà per selezionare i precursori, le reazioni e le condizioni di processo ottimali necessarie per sintetizzare i materiali con proprietà elettroniche, ottiche, termiche e meccaniche su misura. Il corso promuove una mentalità di risoluzione dei problemi, concentrandosi sulla sostenibilità e l'ottimizzazione delle prestazioni in tutte le classi di materiali.

Finalità ed obiettivi

L'obiettivo di questo corso è quello di fornire una conoscenza dettagliata delle metodologie sintetiche per la preparazione di materiali funzionali. Mette in luce gli approcci della chimica verde, la capacità di controllare la gerarchia strutturale e la selezione dei precursori per ottenere le caratteristiche fisico-chimiche desiderate nei sistemi coniugati organici, nei solidi inorganici / ibridi e nelle architetture polimeriche avanzate. L'obiettivo finale dell'approccio multidisciplinare del corso è quello di consentire agli studenti di combinare sinergicamente strumenti e conoscenze dai tre moduli nello sviluppo di nuovi materiali.

Esiti di apprendimento

Al termine del corso, lo studente potrà:

- *Conoscenza e comprensione:* Padroneggiare i concetti sintetici che regolano la coniugazione, la reattività

inorganica a stato solido e l'architettura macromolecolare. Correlare le vie sintetiche con le proprietà dei materiali (termico, ottico, elettrico, meccanico, magnetico).

- *Applicare la conoscenza e la comprensione:* Selezionare la strategia sintetica più appropriata (funzionalizzazione organica, lavorazione inorganica o sintesi polimerica) per ottimizzare le prestazioni dei materiali per applicazioni specifiche.
- *Effettuare giudizi:* Esporre strategie sintetiche efficienti per materiali complessi. Proporre strategie di funzionalizzazione o modifica per ottimizzare caratteristiche specifiche basate su un'analisi delle relazioni struttura-proprietà.
- *Comunication Skills:* Comunicare concetti sintetici complessi chiaramente utilizzando la terminologia specifica della chimica e della scienza dei materiali. Riassumere e criticare la letteratura scientifica / brevettuale con competenza.
- *Abilità di apprendimento:* Estendere in modo indipendente i concetti appresi a nuovi casi di studio, la gestione della letteratura tecnica e gli strumenti di ricerca per affrontare i problemi al di fuori dell'ambito diretto dell'aula.

Contenuti sintetici

Il programma è organizzato in blocchi tematici integrati che coprono i tre moduli:

- Fondamenti di strategia sintetica:
  - Relazioni Struttura-Proprietà-Performanza.
  - Principi di coniugazione, aromaticità e legame nei materiali.
  - Coordinamento ed equilibri chimici nei sistemi inorganici.
- Metodologie Sintetiche Avanzate:
  - Organica: Arilazione, olefinazione e reazioni di funzionalizzazione (Pd/Ni/Cu mediato).
  - Inorganica: reazioni allo stato solido, sintesi di solidi da fase gassosa, fuso e soluzione, processi di sol-gel, materiali ibridi e porosi e nanocompositi.
  - Macromolecolare: controllo di precisione della composizione della catena, della topologia e della distribuzione del peso molecolare.
- Processo e valutazione delle prestazioni dei materiali:
  - Sintesi di film, fibre, materiali porosi e nanocompositi.
  - Termoplastici, termoindurenti e polimeri liquido cristallini.
  - Tecniche di caratterizzazione (soluzione vs. stato solido).
- Sostenibilità e Innovazione:
  - Approcci conformi alla chimica verde.
  - Fonti rinnovabili e materiali biodegradabili.
  - Ibridi funzionali avanzati.

Programma esteso

I programmi dettagliati sono delineati nel sillabi dei singoli moduli

Prerequisiti

La chimica dei materiali richiede un approccio interdisciplinare che sfrutta la chimica generale e inorganica, organica, macromolecolare e fisica (termodinamica ed equilibri chimici).

È quindi richiesta una base interdisciplinare che comprende:

- Chimica generale e inorganica.
- Chimica Organica.
- Chimica fisica (Termodinamica ed Equilibri chimici).

Modalità didattica

Le lezioni saranno erogate in inglese.
12 lezioni di due ore per ogni modulo (24+24+24 h), in presenza, Didattica Erogativa.

Materiale didattico

I libri di testo e altro materiale didattico sono indicati nel sillabi dei singoli moduli

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Tutto l'anno accademico. I tre moduli didattici sono programmati come di seguito dettagliati:

- Strategie organiche per la sintesi dei materiali (1° semestre)
- Strategie macromolecolari per la sintesi dei materiali (1° semestre)
- Strategie inorganiche per la sintesi dei materiali (2° semestre)

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Il voto finale per "Strategie per la sintesi dei materiali" si basa su una prova orale progettata per valutare le conoscenze in tutti e 3 i moduli del corso, come descritto di seguito.
In alternativa, la prova orale può essere sostituita da tre esami parziali, ciascuno riguardante uno dei tre moduli, da svolgere durante il periodo di erogazione del corso (da novembre a giugno, con 2 sessioni di esame per ogni esame parziale). Una volta che lo studente completa con successo tutti e 3 gli esami parziali, verrà ricavato un punteggio composito come media delle valutazioni e registrato come voto finale nella prima sessione di esame disponibile.

- *Esame*:

Le valutazioni vengono condotte tramite esami orali durante le sessioni di esame programmate (6 per ogni anno accademico, a partire dalla fine del corso nel mese di giugno).
Durante l'esame, lo studente sarà tenuto a rispondere a ~ 6 domande per una durata di circa 35 minuti. Una di queste domande sarà su un argomento di scelta dello studente. Le domande rimanenti si concentreranno sugli argomenti trattati durante le lezioni frontali con l'obiettivo di valutare la capacità di riorganizzare i concetti. Le domande copriranno tutti e 3 gli argomenti dei moduli con una media di 2 domande per ogni contenuto del modulo. Gli studenti saranno incoraggiati a pensare al possibile uso delle loro nozioni in esempi / applicazioni pratiche (problem solving) e combinare le conoscenze acquisite dai 3 diversi moduli dove possibile.

Le date saranno in base alla seguente timeline prevista (si prega di fare riferimento al Registro ufficiale Online - Segreterie OnLine per le date ufficiali):

- 1 sessione nel giugno 2027
- 2 sessioni nel luglio 2027
- 1 sessione a settembre 2027
- 1 sessione nel novembre 2027
- 1 sessione a gennaio/febbraio 2028

Gli studenti **sono tenuti** ad annullare la loro iscrizione al Registro Online - Segreterie OnLine a tempo debito se decidono di non sostenere l'esame o almeno avvisare gli istruttori con 24 ore di anticipo se il termine è trascorso.

- *Esami parziali:*

Gli studenti che frequentano il corso nell'anno accademico in corso (2026-2027) possono scegliere di iscriversi a sessioni di esami parziali programmate durante l'anno.
Gli esami parziali copriranno il contenuto di singoli moduli (strategie macromolecolari, organiche e inorganiche). Durante l'esame parziale, lo studente sarà tenuto a rispondere a circa 3 domande per una durata di circa 20 minuti. Una di queste domande sarà su un argomento di scelta dello studente. Le domande rimanenti si concentreranno sugli argomenti trattati durante le lezioni frontali con l'obiettivo di valutare la capacità di riorganizzare i concetti. Gli studenti saranno incoraggiati a pensare al possibile uso delle loro nozioni in esempi / applicazioni pratiche (problem solving).
Nel corso dell'anno saranno programmate due sessioni di esami parziali per ciascuno dei tre moduli del corso. Le date saranno in base alla seguente timeline prevista (si prega di fare riferimento al Registro ufficiale Online - Segreterie OnLine per le date ufficiali):

Strategie macromolecolari per la sintesi dei materiali (Prof. Bracco): 1 sessione nel novembre 2026 + 1 sessione a gennaio 2027
Strategie organiche per la sintesi dei materiali (prof. Sassi): 1 sessione a gennaio 2027 + 1 sessione a febbraio 2027
Strategie inorganiche per la sintesi dei materiali (prof. Di Credico): 2 sessioni a giugno 2027

È disponibile un riassunto grafico schematico di tale timeline qui

L'iscrizione agli esami parziali è disponibile solo per gli studenti che frequentano il corso nell'anno in corso (2026-2027). Se uno studente supera il primo dei due esami parziali relativi a un modulo e accetta il voto non può iscriversi per la seconda sessione programmata.

Agli studenti ** viene richiesto** di annullare la loro iscrizione sul Registro online - Segreterie OnLine a tempo debito se decidono di non sostenere l'esame nella sessione prevista. Come ultima risorsa dovrebbero almeno notificare la loro assenza agli insegnanti almeno il giorno prima.

- *Criteri di valutazione*

I criteri di valutazione sono i seguenti:

- **18-21 (Sufficiente):** Comprensione di base dei concetti; può descrivere correttamente metodi sintetici base ma fatica con la loro selezione/applicazione; limitata capacità di collegare la sintesi a specifiche proprietà dei materiali.
- **22-24 (Buono):** Chiara comprensione dei metodi sintetici e delle loro caratteristiche; può selezionare approcci appropriati per i materiali standard; miglioramento dell'uso della terminologia scientifica.
- **25-27 (Molto buono):** Forte comprensione autonoma delle strategie sintetiche; efficace nel giustificare le scelte metodologiche; comunicazione fiduciosa di idee complesse e risultati della letteratura.
- **28-30 (Eccellente):** Maestria eccezionale; può ideare strategie efficienti per materiali complessi / nuovi; dimostra un pensiero critico sofisticato e la capacità di integrare la conoscenza in un design sintetico

coerente.
- **30 Cum Laude** se eccellente in tutti e tre i moduli

Orario di ricevimento

Su appuntamento via email con il docente di moduli singoli:

Organic: mauro.sassi@unimib.it
Macromolecular: silvia.bracco@unimib.it
Inorganic: barbara.dicredico@unimib.it

Possono anche essere programmati su richiesta appuntamenti congiunti con i tre docenti per eventuali problematiche generali relative all'intero corso.

Sustainable Development Goals

ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE | CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI