UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Chemistry & Technology of Polymers & Industrial Applications

2526-1-FSM02Q010

Obiettivi

Il corso intende promuovere l'apprendimento dei processi di preparazione e trasformazione di diverse classi di polimeri con particolare attenzione ai polimeri funzionali. Verranno trattati metodi e processi tecnologici tradizionali e recenti per migliorare le loro proprietà chimiche, fisiche e meccaniche, e verranno discusse le nozioni scientifiche sottostanti, che collegano le proprietà macroscopiche dei materiali ai concetti fondamentali nella scienza dei polimeri. Verranno introdotti i principi e i concetti più rilevanti insieme a case studies di processi attualmente impiegati nell'industria.

Conoscenza e capacità di comprensione

Al termine del corso, lo studente avrà aquisito conoscenze sui seguenti arrgomenti:

• Le principali classi di materiali polimerici e, in particolare, i materiali polimerici utilizzati a livello industriali e i polimeri funzionali. Tra questi citiamo a titolo di esempio le poliolefine, le poliammidi, il PET e altri poliesteri, le gomme vulcanizzate e i siliconi.

• La relazione tra le proprietà delle macromolecole a livello molecolare, le proprietà macroscopiche dei materiali polimerici e i principali interventi di modifica e formulazione dei polimeri volti alla soluzione di problematiche tecnologiche complesse.

• La preparazione di materiali polimerici funzionali quali fibre, schiume, aerogel, membrane e nanocompositi a base polimerica.

• La preparazione e le applicazioni a livello industriale di materiali polimerici. Queste conoscenze verranno esemplificate attraverso monografie che tratteranno, tra gli altri argomenti, il ricilo dei polimeri, i biopolimeri e le applicazioni in ambito biomedicale.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Al termine del corso, lo studente sarà in grado di comprendere le principali classi di materiali polimerici, capirne la preparazione e le proprietà e valutarne le applicazioni tecnologiche. Lo studente saprà affrontare problematiche relative alla scienza dei polimeri in ambito industriale e contribuire allo sviluppo di materiali polimerici innovativi.

Autonomia di giudizio

Lo studente saprà valutare in maniera critica i principali processi di preparazione dei materiali polimerici e il loro utilizzo in specifiche applicazioni in ambito industriale e di ricerca.

Abilità comunicative

Lo studente saprà esprimere i temi trattati durante il corso utilizzando un linguaggio appropriato e la terminologia

tecnica pertinente alla scienza dei polimeri. Sarà in grado di presentare e discutere argomenti di scienza dei polimeri con esperti del settore.

Capacità di apprendimento

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite durante il corso per comprendere e discutere la più recente letteratura scientifica, inclusi i brevetti, riguardante la scienza dei polimeri.

Contenuti sintetici

Il corso include processi tecnologici avanzati nella sintesi e trasformazione dei polimeri, compresi i più recenti metodi di sintesi dei polimeri, ed un'introduzione ai materiali ibridi con particolare attenzione alla preparazione e caratterizzazione dei materiali polimerici dotati di interfacce eterogenee e nuove proprietà funzionali. Verranno presentati i metodi e i processi tecnologici più consolidati per migliorarne le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche, insieme ai metodi più recenti e all'avanguardia, discutendone i diversi ambiti di applicazione a livello industriale. Verranno presentate diverse tecniche di caratterizzazione avanzate per chiarire il legame tra le proprietà macroscopiche e i concetti fondamentali nella scienza dei polimeri.

Programma esteso

• Concetti generali

Classificazione e settori polimerici: commodities, specialities e tecnopolimeri.
Polimeri come materiali: correlazione tra la struttura molecolare e l'assemblaggio delle catene polimeriche allo stato solido e le proprietà macroscopiche dei polimeri. Interazioni intermolecolari e processi di reticolazione e loro influenza sulle proprietà di resistenza all'urto e al calore. Autoassemblaggio di catene polimeriche e proprietà ottiche. Formazione di reticoli polimerici estesi.
Polimeri ad alte prestazioni: ammidi ed esteri aromatici (i casi di Kevlar, Nomex), polietere etere chetone (PEEK).
Polimeri di interesse industriale: poliuretani e loro proprietà. Fluoropolimeri: struttura e proprietà. Poliimmidi e polimeri speciali affini: polimeri con elevata resistenza termica e chimica per applicazioni avanzate.
Sintesi e applicazioni di fibre e tessuti ad alte prestazioni.
Principi per la formazione di schiume polimeriche: proprietà e applicazioni.
Aerogel polimerici: sintesi, proprietà e applicazioni.
Membrane polimeriche: metodi di preparazione, loro proprietà e applicazioni a livello industriale.
Sintesi avanzata di polimeri allo stato solido e allo stato confinato: fenomeni di replica e fabbricazione di architetture polimeriche innovative.
Compositi polimerici rilevanti per applicazioni industriali: integrazione di materiali ibridi, come argille modificate, nei polimeri per migliorare le proprietà meccaniche e ottiche. Caratterizzazione delle interfacce estese mediante metodi avanzati.

• Applicazioni industriali e case studies

Lavorazione del polimero fuso: estrusione, stampaggio a iniezione, soffiaggio e colata di film. Focus sul processo di estrusione e le sue applicazioni.
Parametri di lavorazione, compreso il pretrattamento, e conseguenze sulle proprietà finali.
Processi tecnologici avanzati con l'obiettivo finale di migliorare le proprietà funzionali dei polimeri. Polimerizzazione e post-trattamento: ricottura e saldatura del polimero.
Principi di estrusione reattiva e utilizzo della maleimmide per compatibilizzare le poliolefine. Tipologie di estrusori, masterbatch e loro inserimento nella produzione di polimeri.
Lavorazione dei polimeri in soluzione: filatura e rivestimento delle fibre, spalmatura. Elettrofilatura.
Polimeri per applicazioni biomediche. Polimeri per lenti a contatto, descrizione dei metodi sintetici e di

fabbricazione per lenti a contatto rigide e per lenti a contatto morbide.
Processo di laminazione per la preparazione di materiale da imballaggio multistrato. Illustrazione delle problematiche di adesione tra diversi polimeri e con altri substrati.
Tubi polimerici multistrato, il problema della diffusione del gas nei polimeri, focus sulla preparazione dell'alcool polivinilico.
Riciclaggio di polimeri, inclusa la compatibilizzazione di rifiuti polimerici misti utilizzando compatibilizzatori multiblocco. Depolimerizzazione.
Biopolimeri di origine agricola e loro trasformazione. Le numerose modificazioni della cellulosa (nitrocellulosa, acetato di cellulosa, ecc.). Film polimerici da rifiuti agricoli trattati.
Elastomeri per l'industria automobilistica, il processo di vulcanizzazione, principali argomenti di degradazione, stabilità e riciclaggio della rete polimerica. Questioni aperte nel riciclo, elastomeri termoplastici, reticolazione fisica e reversibile.
Autoassemblaggio di catene polimeriche per il rilascio di farmaci, impalcature cellulari e altre applicazioni nella nanomedicina e per la preparazione di superfici modellate per l'elettronica.
Polimeri autoriparanti. Miscele di polimeri (esempio, HIPS).

Il corso prevede lezioni svolte con la partecipazione di esperti nel campo della chimica dei polimeri.

Lo studente è invitato a proporre un argomento di suo interesse nel settore da presentare alla classe.

Prerequisiti

• Buona conoscenza della chimica macromolecolare, inclusi i principali tipi di reazioni di polimerizzazione (a stadi, a catena).
• Conoscenza di base della termodinamica tra cui i concetti di transizione di fase nei polimeri inclusa la transizione vetrosa e la fusione.
• Conoscenza di base delle proprietà meccaniche dei polimeri.

Modalità didattica

• 9 lezioni da 2 ore svolte in modalità erogativa in presenza.
• 3 lezioni da 2 ore svolte in modalità erogativa in presenza con la partecipazione di esperti del settore.
• 15 lezioni da 2 ore svolte in modalità erogativa nella parte iniziale che è volta a coinvolgere gli studenti in modo interattivo nella parte successiva. Tutte le lezioni sono svolte in presenza.
• 3 lezioni da 2 ore svolte in modalità erogativa in presenza nella parte iniziale che è volta a coinvolgere gli studenti in modo interattivo nella parte successiva. Parteciperanno esperti del settore. Tutte le lezioni sono svolte in presenza.
• Le lezioni saranno in lingua inglese, supportate da presentazioni e video.

Materiale didattico

1. Polymer Chemistry. S. Koltzenburg, M. Maskos, O. Nuyken. Springer (2017).
2. Hybrid Materials: Synthesis, Characterization, and Applications. Editor: G. Kickelbick. Wiley-VCH (2007). ISBN: 978-3-527-31299-3 4.
3. Understanding Polymer Processing. T.A.Osswald. Carl Hanser Verlag GmbH & Company KG (2015).
4. Slides delle lezioni.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo anno, secondo semestre.

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Prova orale.
Colloquio orale su un argomento di approfondimento a scelta dello studente nell’ambito della chimica e tecnologia dei polimeri e sugli argomenti svolti a lezione.
Possono anche essere richiesti i concetti di base nella scienza dei polimeri, e la struttura dei più comuni polimeri.

Orario di ricevimento

Su appuntamento.

Sustainable Development Goals

IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE | CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI