



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## SYLLABUS DEL CORSO

### Applicazioni-Materiali Polimerici

2223-2-E2701Q067-E2701Q068M

---

#### Obiettivi

INTRODUZIONE GENERALE al Corso di CHIMICA MACROMOLECOLARE CON LABORATORIO (2122-2-E2701Q067)

Il Corso si svolge durante l'intera annualità e rappresenta un accompagnamento formativo che conduca lo studente alla capacità di conoscere, preparare e trattare i materiali macromolecolari a livello fondamentale. Esso è articolato in due moduli: il primo modulo (Macromolecole con Laboratorio) è costituito da una parte teorica, che inquadra i concetti portanti della scienza dei polimeri ed i metodi di sintesi (4 CFU), seguito nel secondo semestre dal laboratorio, che trasmette la conoscenza diretta e sperimentale delle macromolecole e della loro sintesi (4 CFU); nel secondo modulo (Applicazioni-materiali Polimerici) saranno definite le proprietà dei polimeri specificando le relazioni proprietà/struttura (6 CFU). Al termine dell'annualità, grazie anche a riferimenti a realtà applicative, lo studente conseguirà conoscenze ad ampio respiro che permetteranno di prendere confidenza col settore dei materiali polimerici.

OBBIETTIVI del Modulo APPLICAZIONI-MATERIALI POLIMERICI (2223-2-E2701Q067-E2701Q068M)

Lo scopo del corso è di far familiarizzare gli studenti con concetti rilevanti nella chimica dei polimeri come la caratterizzazione di polimeri e le distribuzioni di peso molecolare; la termodinamica di soluzioni polimeriche; lo stato cristallino e amorfo; l'elasticità della gomma; relazione struttura-proprietà. Verranno inoltre presentati argomenti speciali dei materiali polimerici come i copolimeri a blocchi e polimeri naturali.

#### Contenuti sintetici

Termodinamica delle soluzioni polimeriche. Teoria di Flory-Huggings . Conformazione delle catene in soluzione: polimeri flessibili e rigidi. Concetto di random coil e raggio di girazione. Miscele polimeriche e diagrammi di fase. Caratterizzazione delle miscele polimeriche. Sintesi e proprietà dei copolimeri a blocchi. Lo stato amorfo dei polimeri. Transizione vetrosa. Lo stato cristallino dei polimeri: lamelle, sferuliti, fibre. Polimeri semicristallini:

polietilene, polipropilene iso- e sindiotattico. Polimeri liquido cristallini. Polimeri reticolati ed elasticità della gomma. Comportamento meccanico dei polimeri. Viscoelasticità e reologia dei polimeri: misure di creep, tempi di rilassamento. Polisaccaridi e materiali a base proteica.

## **Programma esteso**

Conformazioni dei Polimeri, end-to –end distance, lunghezza di persistenza, catene semiflessibili e catene rigide, raggio di girazione, dendrimeri, polimeri ramificati

Termodinamica delle soluzioni polimeriche, entropia ed entalpia di miscelamento, Teoria di Flory-Huggings, parametro  $\chi$

Pressione osmotica, osmometria, Teoria di Flory Hugging della pressione osmotica, parametro  $B$ , concetto di solvente  $q$

Diagramma di fase di soluzioni polimeri, binodale, spinodale e punto critico

Copolimeri a blocchi in soluzione ed allo stato solido

Dinamica delle soluzioni polimeriche, frizione e viscosità, fluidi Newtoniani e Non-Newtoniani, legge di Stokes, viscosità di soluzioni polimeriche diluite, equazione di Mark- Houwink, diffusione e relazione di Stokes-Einstein, polimerizzazione in emulsione

Gel Permeation Chromatography

Polimerizzazione in Emulsione

Correlazione tra struttura della catena polimerica e temperatura di transizione vetrosa ( $T_g$ )

Elasticità della gomma, vulcanizzazione della gomma naturale, proprietà meccaniche, termodinamica dell'elasticità.

Proprietà Meccaniche: misure di creep, di rilassamento, plateau gommoso, elemento di Maxwell, elemento di Voigt

Analisi Dinamico Meccanica, temperature sweep, frequency sweep. Time temperature superposition

Lo stato amorfo dei polimeri: modelli teorici della transizione vetrosa, teoria del volume libero, equazione di Flory-Fox,.

Polimeri semicristallini, conformazione ad elica, termodinamica della cristallizzazione, lamelle, sferuliti,

Materiali polimerici a base di carboidrati, cellulosa, emicellulosa, acetato di cellulosa, amido, agar

Materiali polimerici a base di proteine, lana, seta, keratina, collagene

## **Prerequisiti**

Conoscenze di base di chimica dei polimeri quali il concetto di catena polimerica, peso molecolare medio, semplici metodi di polimerizzazione

## **Modalità didattica**

Lezioni frontali in classe in lingua italiana. In caso di presenza di incoming students il corso potrà essere erogato in lingua inglese.

## **Materiale didattico**

Testi:

"Polymer Chemistry" (Second Edition) P.C. Hiemenz, T.P. Lodge, CRC Press.

"Introduction to Physical Polymer Science" (Fourth Edition), L.H. Sperling, Wiley"

Presentazioni powerpoint con i contenuti delle varie lezioni

## **Periodo di erogazione dell'insegnamento**

Secondo semestre

## **Modalità di verifica del profitto e valutazione**

L'esame consiste in una prova orale in cui sono discussi gli argomenti presentati nelle lezioni. Oltre all'apprendimento delle nozioni fondamentali esposte nel corso, vengono valutate anche le capacità e attitudini dello studente ad adattare i fondamenti teorici della chimica dei polimeri a particolari condizioni operative e pratiche (per esempio la differenze di proprietà meccaniche tra una gomma e un termoplastico, oppure l'origine molecolare dell'elasticità della gomma); viene infine valutata la capacità espositiva e adeguatezza del linguaggio dello studente.

Vengono inoltre effettuate due prove intermedie (con la risoluzione di esercizi e la risposta a domande) alla metà dello svolgimento del corso ed alla fine del corso; ogni prova comprende 10 tra domande ed esercizi; gli studenti che ottengono esito positivo in entrambe le prove (per ogni esercizio o domanda vengono attribuiti da 0 a 10 punti, si considera esito positivo il superamento dei 50 punti ) possono sostenere una prova orale ridotta, in cui vengono discussi le domande e gli esercizi delle due prove intermedie.

## **Orario di ricevimento**

Martedì ore 14:00-16:00 nel ufficio del docente

**Sustainable Development Goals**

CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI

---