



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## FUNDAMENTALS OF POLYMER PROCESSING

**ANDREA LAZZERI**

Anno accademico  
CdS

2023/24  
MATERIALS AND  
NANOTECHNOLOGY

Codice  
CFU

1000I  
9

Moduli  
FUNDAMENTALS OF  
POLYMER PROCESSING

Settore/i  
ING-IND/22

Tipo  
LEZIONI

Ore  
72

Docente/i  
VITO GIGANTE  
ANDREA LAZZERI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Al termine del corso gli studenti avranno le seguenti conoscenze:

Comprendere l'equazione matematica dietro le tipiche operazioni di lavorazione dei polimeri.

Capacità di progettare soluzioni nel campo della lavorazione dei polimeri e di ottimizzare i processi.

Studiare la morfologia/proprietà di correlazione per i composti polimerici, in particolare per capire come la lavorazione può influenzare le proprietà finali di un sistema polimerico.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

La conoscenza sarà valutata tramite:

Esperienze di laboratorio in corso

Progetto finale

Esame orale finale

#### *Capacità*

Al termine della materia, gli studenti saranno in grado di:

Dimostrare una buona comprensione della reologia in relazione al comportamento pseudoplastico.

Dimostrare la capacità di comprendere completamente le operazioni di lavorazione come l'estrusione a doppia vite, lo stampaggio a iniezione, la stampa 3D, la termoformatura.

Possibilità di utilizzare un software di simulazione per ottimizzare il parametro di processo per l'estrusione a doppia vite.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Le competenze saranno valutate tramite:

Esperienze di laboratorio in corso

Progetto finale

Esame orale finale

#### *Comportamenti*

Al termine del corso, gli studenti saranno in grado di:

Progettare una configurazione a vite in relazione al composto/composito da estrarre

Progettare uno stampo per il processo di stampaggio a iniezione evitando i difetti.

Valutare le equazioni di equilibrio dei fenomeni di trasporto e le semplificazioni del modello nel campo della lavorazione dei polimeri.

Valutare le caratteristiche chimiche, reologiche e fisiche dei polimeri in relazione alle operazioni di lavorazione.

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

I comportamenti saranno valutati tramite:

Esperienze di laboratorio in corso

Progetto finale

Esame orale finale



## UNIVERSITÀ DI PISA

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Conoscenze di base di matematica, fisica, chimica e reologia

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Introduzione e presentazione del corso: Background storico, proprietà generali, struttura macromolecolare e peso molecolare.

Generalità e background sui polimeri: disposizione delle molecole polimeriche; copolimero e miscele.

Panoramica sulle caratteristiche dei polimeri: viscoelasticità, cristallinità e comportamento meccanico.

Additivi polimerici.

Melt Rheology: cos'è la reologia? Legge di Newton; Tipi di fluidi.

Modelli empirici per la viscosità.

Panoramica e descrizione dei principali processi polimerici: Estrusione (vite singola e doppia vite).

Flusso isoteramico in canali con sezione circolare o rettangolare.

Panoramica sulla miscelazione distributiva e dispersiva - Dispositivi di miscelazione.

Panoramica: soffiaggio; Termoformatura; Calendring; Stampaggio a compressione; schiumatura; Panoramica della rotazione: Manifattura additiva; filatura delle fibre.

Fenomeni di trasporto nella lavorazione dei polimeri: analisi dimensionale e ridimensionamento.

Fenomeni di trasporto: equazioni di equilibrio e semplificazione del modello.

Fenomeni di trasporto: modelli semplici nella lavorazione dei polimeri.

Fenomeni di trasporto: meccanica dei solidi particolato.

Modellazione dello stampaggio a iniezione - Flussi isoterlici e non isoterlici.

Estrusione a doppia vite: applicazioni di miscele polimerica e compositi; più approfondimento delle caratteristiche di estrusione a doppia vite ed esempi di risultati di modellazione.

Lab Experience I - Melt Flow tester.

Lab Experience II - Reometro a sezione rettangolare Minilab.

Lab Experience III - Minilab come microcompounder e stampaggio a compressione.

Lab Experience IV - estrusione a doppia vite.

Lab Experience V - stampaggio a iniezione.

Ludovic Software Simulation - Un'introduzione generale, progettazione della vite e parametri geometrici.

Simulazione del software Ludovic: ricette di prodotti e analisi di Simulation Resylt.

Simulazione software Ludovic - Analisi DOE.

Ludovic Software: Casi di studio ed esercizi per gli studenti.

### Bibliografia e materiale didattico

- Osswald, Tim A. *Understanding polymer processing: processes and governing equations*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2017.
- Tadmor, Zehev, and Costas G. Gogos. *Principles of polymer processing*. John Wiley & Sons, 2006.
- Course Slides

### Modalità d'esame

Progetto finale + esame orale

### Note

L'obiettivo fondamentale del corso è quello di collegare le caratteristiche dei materiali polimerici con le tecnologie di lavorazione primarie e secondarie al fine di ottenere le proprietà finali desiderate attraverso l'elaborazione e l'ottimizzazione dei parametri di processo.

Ultimo aggiornamento 02/11/2023 18:40