

Chimica Macromolecolare

Macromolecular Chemistry

A.A.	2025-2026	CdS	Chimica
Codice	8065565	Canale	Unico
CFU	6 (4 cfu + 2 cfu Domenici)	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE

Gaio Paradossi

CODOCENTE

Fabio Domenici (2 cfu)

OBIETTIVI FORMATIVI

Italiano	<p>OBIETTIVI FORMATIVI:</p> <p>Il Corso si propone di fornire agli studenti, futuri chimici, le nozioni fondamentali per la comprensione di una classe di materiali ubiquitario nei campi in cui la figura del Chimico è normalmente impegnata. Si affronteranno gli argomenti della Chimica delle Macromolecole utilizzando il linguaggio e gli strumenti conoscitivi già elaborati dallo studente nella laurea triennale. Il corso ha un carattere elementare ed interdisciplinare, basandosi sull'approccio integrato di concetti acquisiti precedentemente nei corsi di Chimica, Fisica e Matematica. Il materiale didattico, fornito in lingua Inglese, in formato digitale, intende portare studenti che in futuro si muoveranno in ambiti lavorativi molto eterogenei alla comprensione di concetti ed applicazioni riconducibili ai polimeri. Le esercitazioni di laboratorio sono concepite per illustrare sperimentalmente concetti della chimica macromolecolare forniti nelle lezioni frontali e indurre uno approccio critico nello studente. Tutte le lezioni sono corredate con presentazioni powerpoint messe a disposizione dello studenti sulle piattaforme digitali usuali (TEAMS e Didacticaweb)</p> <p>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE:</p> <p>C'è un'alta probabilità che un Chimico debba misurarsi con problematiche concernenti i polimeri. Alla fine del corso lo studente avrà gli elementi fondamentali per orientarsi sulle principali tematiche che coinvolgono la chimica e la fisica delle macromolecole. E' richiesta la padronanza di alcuni concetti di base, tra cui le caratteristiche chimiche identificative delle più importanti classi di polimeri, la tipologia della loro sintesi e la comprensione e razionalizzazione delle proprietà fondamentali in massa e in soluzione.</p> <p>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE:</p> <p>Alla fine del corso lo studente deve saper indicare le proprietà più salienti di un materiale polimerico, ipotizzando indagini per caratterizzarlo. Deve essere in grado di individuare, ed eventualmente reperire, le informazioni rilevanti per il suo comportamento chimico-fisico. Deve saper applicare le teorie sui materiali polimerici descritte nel corso, conoscendone i limiti.</p> <p>AUTONOMIA DI GIUDIZIO:</p> <p>I concetti e le informazioni fornite nel corso (a lezione e in laboratorio) saranno la base per un percorso nel campo dei polimeri in cui lo studente si potrà orientare autonomamente e in modo critico.</p> <p>ABILITÀ COMUNICATIVE:</p>
-----------------	---



	<p>Le conoscenze fornite nel corso dovranno essere comunicate in fase di discussione dei risultati ottenuti in laboratorio e nel corso dell'esame finale con linguaggio (italiano e/o inglese) conforme al campo delle chimica dei polimeri.</p> <p>CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO:</p> <p>Il processo di apprendimento dello studente sarà indirizzato partendo dalle informazioni date a lezione e in laboratorio utilizzando riferimenti numerosi alla letteratura di settore, in un confronto continuo con il docente.</p>
Inglese	<p>LEARNING OUTCOMES:</p> <p><i>In this course the students, future chemists, are provided with the fundamental notions for the understanding of a class of materials ubiquitous in activities where the Chemist is usually deployed. Topics of Macromolecular Chemistry will be discussed, using the language and the knowledge tools already elaborated by the student in the first level degree. The course has an elementary and interdisciplinary character, based on the implemented approach with concepts already included in the classes of Chemistry, Physics, and Mathematics. The teaching material, provided in English, in digital form, is structured in such a way to prepare the students, operating in the near future in very heterogeneous working environments to the understanding of concepts and applications reconducting to polymers. The laboratory sessions are conceived to highlight experimentally concepts of the macromolecular chemistry provided in the classroom and in the laboratory inducing a student critical approach. All lectures are accompanied by powerpoint presentations shared with the students by means of the usual digital platforms (TEAMS and Didatticaweb).</i></p> <p>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:</p> <p><i>There is a high probability that a Chemist will have to deal with issues concerning polymers.</i></p> <p><i>At the end of the Course the student will have the fundamental elements to get oriented on the main topics involving the macromolecular Chemistry and the Physics. For a profitable outcome it is required to master some basic concepts, among which the chemical characteristics identifying the most relevant polymer classes, the their synthetic routes and the understanding and framing of their basic bulk and solution properties.</i></p> <p>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:</p> <p><i>At the end of the course the student is able to highlight the main properties of a polymer material, formulating approaches for the characterization. Moreover, it should be able to spot the relevant information for its physico-chemical behavior and to apply the theories discussed in the course, being aware of the limitations contained in each one,</i></p> <p>MAKING JUDGEMENTS:</p> <p><i>The concepts and the information provided during the course (both as front lectures and in the laboratory experiences) will be the background by which the student can get independently and critically oriented.</i></p> <p>COMMUNICATION SKILLS:</p> <p><i>The information provided in the course will be presented during the illustration of the results obtained during the laboratory sessions and during the final oral test with a language suitable in the field of the polymer chemistry.</i></p> <p>LEARNING SKILLS:</p> <p><i>The student's understanding process will start with the information provided in the course and during the laboratory sessions, taking into account what is available in the literature with a critical confrontation with the teaching staff.</i></p>



Italiano	Elementi di Chimica Generale, Elementi di Chimica Organica, Elementi di Termodinamica e Cinetica, Elementi di Teoria dell'errore
Inglese	<i>Fundamentals of General Chemistry, Fundamentals of Organic Chemistry, Fundamentals of Thermodynamics and Kinetics, Fundamentals of Error Theory.</i>

PROGRAMMA

Italiano	<p>Il programma è svolto con 3 CFU (24 ore di lezioni frontali) e 2 CFU (24 ore di esperienze di laboratorio)</p> <p>Cenni storici sulle macromolecole. Classificazioni. Classificazione secondo Carothers: Polimerizzazioni a Stadi e a Catena. Distribuzione dei pesi molecolari. Peso molecolare medio numerico, Peso molecolare medio ponderale, Peso molecolare medio zeta, Peso molecolare medio viscosimetrico. Temperatura di transizione vetrosa. Analisi cinetica e statistica delle polimerizzazioni a stadi. Analisi cinetica delle polimerizzazioni a catena. Stereoregolarità in polimeri vinilici. Catalizzatori Ziegler Natta. Proprietà meccaniche e chimiche di polimeri isotattici, sindiotattici. Tecnologie di processo per polimerizzazioni. Interpretazione termodinamica della Temperatura di "Ceiling".</p> <p>Dimensione della Catena macromolecolare disordinata. Trattazione statistica. Trattazione vettoriale. Elemento di Kuhn e catena equivalente. Rapporto caratteristico.</p> <p>Termodinamica del mescolamento in soluzioni polimeriche. Soluzioni asimmetriche. Teoria di Flory-Huggins. Frazione in volume. Interazione polimero-solvente. Soluzioni polimeriche diluite. Condizioni theta. Condizioni critiche. Frazionamento per precipitazione.</p> <p>Metodi di caratterizzazione delle macromolecole in soluzione diluita. Pressione osmotica. Diffusione della luce. Teoria di Rayleigh. Diffusione della luce quasi-elastica.</p> <p>Metodi di frazionamento basati sulla termodinamica delle soluzioni e su proprietà idrodinamiche. Reologia.</p> <p>Elastomeri</p> <p>Le esperienze di laboratorio saranno svolte usando 2 CFU, corrispondenti a 24 ore di attività laboratoriali. Argomenti affrontati nelle esperienze di laboratorio sono:</p> <p>Principali caratteristiche spettroscopiche nell'Infrarosso per il riconoscimento di un materiale polimerico.</p> <p>Main Infrared spectral characteristics of polymeric materials. Determinazione del grado di cristallinità di un polimero dall'analisi delle sue proprietà termiche. Sintesi di un polimero mediante polimerizzazione a stadi e di un polimero per polimerizzazione a catena</p>
Inglese	<p><i>The program will be carried out with 3 CFU corresponding the 24 hours of the theoretical front lectures and 2 CFU of laboratory activities (24 hours).</i></p> <p><i>Historical background of Polymer Science. Polymers classifications according to mechanical, chemical properties. Most common polymers. Fundamental parameters when studying polymers: Molecular Weight averages. Weight and number molecular weight distributions. Polydispersity Index. Polymerization mechanisms. Carother's classification: Step growth polymerization and Chain polymerization. Carother's Theory, kinetic and statistical studies of the step polymerization. Kinetics of the chain polymerization. Kinetic length of a chain radical. Industrial technologies of radical polymerizations. Ceiling temperature and thermodynamic description.</i></p> <p><i>Stereochemistry in polymers. Tacticity and Ziegler - Natta catalysts. Chemical and physical properties dependency from tacticity.</i></p> <p><i>Disorder chain conformation in the space. Statistical and vectorial description of a disordered chain. End-to-end distance, Radius of Gyration, Persistence length, Equivalent chain. Kuhn element. Experimental methods for the study of the size of a disordered chain.</i></p> <p><i>Thermodynamics of mixing in a polymer solution. Flory - Huggins Theory. polymer - solvent interaction parameter. Osmotic pressure. critical conditions and fractional precipitation.</i></p> <p><i>Gel permeation chromatography. Thermodynamic description.</i></p> <p><i>Elasticity and theory of elasticity.</i></p> <p><i>The laboratory sessions will be carried out using 2 CFU corresponding to 24 hours of activities. Topics of the lab activities are:</i></p>



	<i>Main Infrared spectral characteristics of polymeric materials. Determination of the degree of crystallinity by analysis of the thermal properties of a polymer material. An example of step growth polymerization. An example of a chain polymerization.</i>
--	---

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA

Italiano	<p>I testi consigliati ad integrazione delle presentazioni powerpoint e del materiale didattico delle esercitazioni di laboratorio sono: Introduction to Polymers; R. J. Young and P.A. Lovell; CRC Press Principles of Polymer Chemistry; P. J. Flory; Cornell University Press.</p> <p>Bibliografia di riferimento: Introduction to Polymers; R. J. Young and P.A. Lovell; CRC Press Principles of Polymer Chemistry; P. J. Flory; Cornell University Press.</p> <p>Lavori recenti pubblicati su riviste internazionali di macromolecole contenenti aspetti generali trattati nel Corso.</p>
<i>Inglese</i>	<p><i>Suggested textbooks supporting the powerpoint presentations and the teaching material related to the laboratory exercitations are:</i> <i>Introduction to Polymers; R. J. Young and P.A. Lovell; CRC Press</i> <i>Principles of Polymer Chemistry; P. J. Flory; Cornell University Press.</i></p> <p><i>Reference Bibliography:</i> <i>Introduction to Polymers; R. J. Young and P.A. Lovell; CRC Press</i> <i>Principles of Polymer Chemistry; P. J. Flory; Cornell University Press.</i></p> <p><i>Recent papers on macromolecular Journals containing general issues covered during the Course</i></p>

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO

Italiano	<p>La didattica è svolta mediante lezioni frontali ed esercitazioni di laboratorio in cui lo studente svolge esperimenti su alcuni punti essenziali della chimica delle macromolecole. Ogni esercitazione, con frequenza obbligatoria, prevede la stesura di una relazione scritta che viene corretta dal docente e in cui si richiedono modifiche che lo studente inserisce nella stesura finale che viene sottomessa prima dell'esame orale. Le esercitazioni fanno parte integrante dell'esame orale in cui si chiedono concetti e modalità operative utilizzate in laboratorio.</p>
<i>Inglese</i>	<p><i>The teaching activity is carried out by means of lectures in presence and laboratory exercitations in which the student is requested to work on some pivotal topic of the macromolecular chemistry. For every lab exercitation, with mandatory attendance, it is planned a written report, reviewed by the teaching staff, with amendment requests, if necessary, to be implemented in the final text before the oral examination. The laboratory sessions are an important part of the oral examination and the student will be asked about the concepts and operative issues met in such sessions.</i></p>

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

Prova orale



Italiano	<p>La verifica dell'apprendimento dei concetti e degli aspetti introduttivi è effettuata mediante esame orale svolto come discussione su argomenti generali di chimica macromolecolare. La parte sperimentale del corso ha un peso importante nella valutazione complessiva (ca. 1/3) La valutazione è espressa con voto in trentesimi. La soglia minima per passare l'esame è 18/30.</p> <p>18-21, lo studente ha acquisito i concetti di base della disciplina, modo di esprimersi e linguaggio sufficientemente corretti e appropriati.</p> <p>22-25, lo studente ha acquisito in maniera approfondita i concetti di base della disciplina, ed è adeguatamente in grado di effettuare i collegamenti fra le varie materie. Presenta linearità nella strutturazione del discorso. Il linguaggio è appropriato e corretto.</p> <p>26-29, lo studente possiede un bagaglio di conoscenze completo e ben strutturato. È in grado di applicare e rielaborare in maniera autonoma, senza alcun errore, le conoscenze acquisite. Evidenzia ricchezza di riferimenti e capacità logico-analitiche con un linguaggio fluido, appropriato e vario.</p> <p>30 e 30 e lode, lo studente possiede un bagaglio di conoscenze completo e approfondito. Sa applicare conoscenze a casi e problemi complessi ed estenderle a situazioni nuove. I riferimenti culturali sono ricchi e aggiornati. Si esprime con brillantezza e perfetta proprietà di linguaggio.</p>
Inglese	<p><i>The check of the understanding of the concepts and of the introductory aspects is carried out by means of an oral examination under the form of a discussion on some of the general topics of the macromolecular chemistry met during the class. The experimental part of the course has a relevant part in the overall evaluation (about 1/3). The evaluation is summarized and expressed with a score/30. Minimum threshold to pass the examination is 18/30.</i></p> <p><i>18-21, the student has acquired the basic concepts of the discipline, sufficiently correct and appropriate manner of expression and language.</i></p> <p><i>22-25, the student has thoroughly acquired the basic concepts of the discipline and is adequately able to make connections between the various subjects. He/she presents linearity in structuring speech. Language is appropriate and correct.</i></p> <p><i>26-29, the student possesses a complete and well-structured body of knowledge. He/she shows a wealth of references and logical-analytical skills with fluid, appropriate and varied language. The student can apply and revise independently, without error, the knowledge acquired.</i></p> <p><i>30 and 30 cum laude, the student possesses a complete and thorough body of knowledge. He expresses himself with brilliance and perfect command of language. Can apply knowledge to complex cases and problems and extend it to new situations. Cultural references are rich and up-to-date.</i></p>

MODALITÀ DI FREQUENZA

Frequenza facoltativa

Italiano	La frequenza delle esercitazioni di laboratorio è obbligatoria.
Inglese	<i>The attendance of the laboratory exercitations is mandatory.</i>