

**DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA**

**STRATEGIE DI SINTESI ORGANICA E LABORATORIO**

*ORGANIC SYNTHESIS PLANNING AND LABORATORY*

**INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA**

<b>A.A.</b>	2026-2027	<b>CdS</b>	LAUREA MAGISTRALE IN CHIMICA
<b>Codice</b>	8068235	<b>Canale</b>	UNICO
<b>CFU</b>	6	<b>Lingua</b>	Italiano

**DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA**

**Claudia Bizzarri**

**OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

<b>Italiano</b>	<p><b>OBIETTIVI FORMATIVI:</b></p> <p>L'insegnamento permette l'acquisizione delle conoscenze di base per pianificare e realizzare la sintesi di molecole organiche complesse e di ampio interesse. Attraverso l'approccio retrosintetico, l'insegnamento si pone come obiettivo l'individuazione delle possibili strategie sintetiche, a partire da reagenti semplici e disponibili. Si valuteranno e approfondiranno le reazioni sinteticamente utili per la trasformazione dei gruppi funzionali e per la formazione di legami carbonio-carbonio. Particolare enfasi sarà data al controllo stereochimico, così come alla chemo- e regioselettività. Saranno illustrati alcuni esempi classici di sintesi di molecole complesse e esempi presi dalla letteratura scientifica attuale. Sono previste anche sessioni di laboratorio in cui verrà effettuata la sintesi di semplici molecole organiche e la protezione e deprotezione di gruppi funzionali.</p> <p><b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE:</b></p> <p>Gli studenti conoscono e comprendono correttamente: i principi per progettare la sintesi di molecole organiche di media complessità tenendo conto dei problemi relativi alla selettività e alla stereochimica delle reazioni coinvolte; le tecniche sperimentali per pianificare e realizzare la sintesi in laboratorio.</p> <p><b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE:</b></p> <p>Gli studenti sono in grado di applicare le conoscenze acquisite per progettare e realizzare la sintesi di molecole organiche di media complessità.</p> <p><b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO:</b></p> <p>Gli studenti sono in grado di mettere a punto dei progetti di sintesi originali per la preparazione di molecole non ancora descritte in letteratura</p>
-----------------	---

	<p><b>ABILITÀ COMUNICATIVE:</b></p> <p>Al termine del corso gli studenti saranno in grado di comunicare in modo chiaro e privo di ambiguità informazioni, idee, problemi e soluzioni inerenti alla sintesi organica sia a interlocutori specialisti che non specialisti. Tali abilità comunicative saranno sviluppate durante il corso sollecitando gli studenti a porre domande e a dare risposte, con un linguaggio consono alla disciplina, sia durante la lezione che nelle ore dedicate alle dimostrazioni pratiche in classe.</p> <p><b>CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO:</b></p> <p>Al termine del corso gli studenti avranno sviluppato quelle capacità di apprendimento che gli permetteranno di saper leggere e comprendere testi e articoli scientifici riguardanti la sintesi organica</p>
<p>English</p>	<p><b>LEARNING OUTCOMES:</b></p> <p><i>The course provides the fundamental knowledge required to plan and carry out the synthesis of complex organic molecules of broad interest. Through a retrosynthetic approach, the course aims to identify possible synthetic strategies starting from simple and readily available reagents. Reactions useful for functional group interconversions and carbon-carbon bond formation will be evaluated and studied. Emphasis will be placed on stereochemical control, as well as chemo- and regioselectivity. Classic examples of complex molecule synthesis and recent examples from scientific literature will be presented. Laboratory sessions are also included, in which students will perform the synthesis of simple organic molecules and the protection and deprotection of functional groups.</i></p> <p><b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:</b></p> <p><i>Students will correctly know and understand: the principles for designing the synthesis of moderately complex organic molecules, considering issues related to selectivity and stereochemistry; experimental techniques for planning and performing synthesis in the laboratory.</i></p> <p><i>Students will be able to apply the acquired knowledge to design and carry out the synthesis of moderately complex organic molecules.</i></p> <p><b>MAKING JUDGEMENTS:</b></p> <p><i>Students will be able to develop original synthetic routes for the preparation of molecules not yet described in the literature.</i></p> <p><b>COMMUNICATION SKILLS:</b></p> <p><i>At the end of the course, students will be able to communicate clearly and unambiguously information, ideas, problems, and solutions related to organic synthesis to both specialist and non-specialist audiences.</i></p>

	<p><i>LEARNING SKILLS:</i></p> <p><i>Students will develop the ability to read and understand scientific texts and research articles in organic synthesis</i></p>
--	---

### PREREQUISITI

<b>Italiano</b>	<p>Conoscenza delle discipline chimiche di base con particolare riguardo ai fondamenti della chimica organica. In particolare, è necessario aver superato i seguenti corsi propedeutici: Chimica Organica I e Chimica Organica 2. L'aver partecipato alle sessioni di laboratorio di chimica organica (Laboratorio di Chimica Organica) è requisito fondamentale per la parte di laboratorio.</p>
<i>English</i>	<p><i>A solid knowledge of basic chemistry, with particular emphasis on organic chemistry fundamentals. Students must have successfully passed Organic Chemistry I and Organic Chemistry II. Attendance of an Organic Chemistry Laboratory course is required for the laboratory component</i></p>

### PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

<b>Italiano</b>	<p>Introduzione all'analisi retrosintetica (disconnessioni, sintoni donatori e accettori, inversione di polarità di gruppo (umpolung), equivalenti sintetici) (2 ore). Selettività: chemoselettività, regioselettività e stereoselettività (4 ore). Pianificazione di una sintesi, scelta dei metodi sintetici, reazioni domino (reazioni a cascata o tandem), strategie per la sintesi di composti (etero)ciclici (8 ore). Protezione dei gruppi funzionali e reazioni di trasformazione dei gruppi funzionali (6 ore). Reazioni per la formazione di legami carbonio-carbonio, carbonio-eteroatomo (6 ore). Strategie di sintesi pianificate con l'ausilio di softwares (e.g. Reaxys) (2 ore). Illustrazioni di alcuni esempi classici di sintesi multistep e multicomponenti (2 ore). Esempi di chimica combinatoriale e sintesi in fase solida (2 ore).</p> <p>Le esperienze di laboratorio si articoleranno in conformità con gli argomenti trattati durante il corso (6 ore di didattica frontale e 18 ore di esperienza pratica).</p>
<i>English</i>	<p><i>Retrosynthetic analysis (disconnections, donor and acceptor synthons, polarity inversion (umpolung), synthetic equivalents) (2 hours). Selectivity: chemoselectivity, regioselectivity, and stereoselectivity (4 hours). Synthesis planning, choice of synthetic methods, domino reactions (cascade or tandem reactions), strategies for the synthesis of (hetero)cyclic compounds (8 hours). Protection of functional groups and functional group transformation reactions (6 hours). Reactions for the formation of carbon-carbon, carbon-heteroatom bonds (6 hours). Synthesis strategies planned with the aid of software (e.g., Reaxys) (2 hours). Illustrations of some classic examples of multistep and multicomponent syntheses (2 hours). Examples of combinatorial chemistry and solid-phase synthesis (2 hours).</i></p> <p><i>Laboratory experiences will be organized in accordance with the topics covered during the course (6 hours of protocol discussion and 18 hours of practice).</i></p>

**TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO**

<b>Italiano</b>	<p>Bibliografia di riferimento:</p> <p>Non sono disponibili testi di riferimento in lingua italiana ma solo in lingua inglese:</p> <p>1) Elements of Synthesis Planning - R. W. Hoffmann - Springer, 2009 -ISBN: 9783540792192</p> <p>2) Organic Synthesis: The disconnection Approach (Second Edition)- S. Warren, P. Wyatt - Wiley, 2009 - ISBN: 978-0470712368</p> <p>3) Organic Synthesis: Strategy and Control - Paul Wyatt, Stuart Warren - Wiley, 2007 - ISBN: 9780471929635</p> <p>4) Organic Synthesis, 5th Ed. - Michael Smith - Academic Press, 2024 - ISBN: 9780443158674</p> <p>5) The Logic of Chemical Synthesis - E. J. Corey, Xue-Min Cheng - Wiley, 1995 - ISBN: 9780471115946</p>
<i>English</i>	<p><i>Reference Bibliography:</i></p> <p>1) <i>Elements of Synthesis Planning - R. W. Hoffmann - Springer, 2009 -ISBN: 9783540792192</i></p> <p>2) <i>Organic Synthesis: The disconnection Approach (Second Edition)- S. Warren, P. Wyatt - Wiley, 2009 - ISBN: 978-0470712368</i></p> <p>3) <i>Organic Synthesis: Strategy and Control - Paul Wyatt, Stuart Warren - Wiley, 2007 - ISBN: 9780471929635</i></p> <p>4) <i>Organic Synthesis, 5th Ed. - Michael Smith - Academic Press, 2024 - ISBN: 9780443158674</i></p> <p>5) <i>The Logic of Chemical Synthesis - E. J. Corey, Xue-Min Cheng - Wiley, 1995 - ISBN: 9780471115946</i></p>

**DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI**

In presenza

A distanza

<b>Italiano</b>	<p>Il corso prevede 32 ore di lezioni frontali (4 CFU) che saranno svolte anche con l'ausilio di diapositive esplicative. Tali diapositive in formato digitale saranno fornite agli studenti ad integrazione della bibliografia di riferimento. Sono inoltre previste 24 ore di attività di laboratorio (2 CFU), divisi in 6 ore di spiegazione delle esperienze di laboratorio e 5 esperienze da 3,5 ore ciascuna, in cui gli studenti effettueranno la sintesi di semplici molecole organiche. Sia le lezioni che le attività di laboratorio saranno svolte incoraggiando la partecipazione attiva degli studenti nella discussione e nella soluzione dei problemi.</p>
<i>English</i>	<p><i>The course consists of 32 hours of lectures (4 Course Credits) which will also be carried out with the help of explanatory slides. These slides in digital format will be provided to students as a supplement to the reference bibliography. There are also 24 hours of laboratory activities (2 Course Credits), divided in 6 hours of didactic explanation of the protocols and five lab experiences for 3.5 hours, in which students will carry out the synthesis of simple organic</i></p>

	<i>molecules. Both lectures and laboratory activities will be carried out encouraging the active participation of students in discussion and problem solving.</i>
--	---

### MODALITÀ DI FREQUENZA

frequenza obbligatoria    frequenza facoltativa

### DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

<b>Italiano</b>	La frequenza del laboratorio è obbligatoria almeno per il 70%. La frequenza delle lezioni è facoltativa ma fortemente consigliata.
<i>English</i>	<i>Attendance at the laboratory is mandatory. Course attendance is optional but strongly recommended.</i>

### MODALITÀ DI VALUTAZIONE

Prova scritta    Prova orale    Prova di laboratorio    Prova pratica  
 Valutazione in itinere    Valutazione di progetto    Valutazione di tirocinio

### COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

**Claudia Bizzarri, Massimo Bietti, Pierluca Galloni, Daniele Mazzarella, Michela Salamone, Riccardo Salvio, Federica Sabuzi**

### DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

<b>Italiano</b>	<p>Lo scopo dell'esame è verificare il livello di raggiungimento dei risultati di apprendimento precedentemente indicati. L'esame consiste in un colloquio orale della durata di 15-30 minuti, volto a verificare le conoscenze acquisite e le capacità di comunicazione dello studente. Tipicamente vengono proposte tre domande (basate su analisi retrosintetiche) su argomenti svolti. L'esame viene superato con un voto uguale o superiore a 18/30.</p> <p>Graduazione del voto dell'esame orale basato in trentesimi:</p> <p>18-21, lo/la studente/-ssa ha acquisito i concetti di base della disciplina e si esprime con un linguaggio sufficientemente corretto ed appropriato.</p> <p>22-24, lo/la studente ha acquisito in modo approfondito i concetti di base della disciplina ed è adeguatamente in grado di effettuare i collegamenti tra le varie materie. Presenta linearità nella strutturazione del discorso. Il linguaggio è appropriato e corretto.</p> <p>25-27, lo/la studente/-ssa possiede un bagaglio di conoscenze completo e ben strutturato. È in grado di applicare e rielaborare autonomamente le conoscenze acquisite. Mette in evidenza una ricchezza di riferimenti e capacità logico-analitiche con un linguaggio fluido, appropriato e vario.</p> <p>28 -30 e lode, lo/la student/-ssa e possiede una base di conoscenze completa e approfondita. È in grado di applicare la conoscenza a casi e problemi complessi ed estenderla a nuove</p>
-----------------	---

	<p>situazioni. I riferimenti culturali sono ricchi e aggiornati. Si esprime con brillantezza e perfetta proprietà di linguaggio.</p>
<p><i>English</i></p>	<p><i>The aim of the exam is to verify the level of achievement of the previously indicated learning outcomes. The exam consists of an oral interview lasting 15-30 minutes, aimed at verifying the acquired knowledge and the students' communication skills. Typically, three questions (based on retrosynthetic analyses) are proposed on the topics covered. The exam is passed with a grade equal to or greater than 18/30.</i></p> <p><i>Graduation of the grade of the oral exam:</i></p> <p><i>18–21: Students have acquired the basic concepts of the discipline and express themselves with sufficiently correct and appropriate language.</i></p> <p><i>22–24: Students have acquired an in-depth understanding of the basic concepts of the discipline and are adequately able to make connections between the various topics. They present their arguments in a clear and logical manner. The language is appropriate and correct.</i></p> <p><i>25–27: Students possess a complete and well-structured body of knowledge. They are able to independently apply and re-elaborate the acquired knowledge. They demonstrate a wide range of references and strong logical-analytical skills, using fluent, appropriate, and varied language.</i></p> <p><i>28 and 30 cum laude: Students possess a complete and in-depth knowledge base. They are able to apply their knowledge to complex cases and problems and extend it to new situations. Their cultural references are rich and up to date. They express themselves with clarity, sophistication, and excellent command of language.</i></p>