

Testi del Syllabus

Resp. Did.	ETTARI ROBERTA	Matricola: 026971
Docente	ETTARI ROBERTA, 8 CFU	
Anno offerta:	2026/2027	
Insegnamento:	A002890 - LABORATORIO DI PREPARAZIONI ESTRATTIVE E SINTETICHE DI FARMACI	
Corso di studio:	7026 - CHIMICA E TECNOLOGIA FARMACEUTICHE	
Anno regolamento:	2023	
CFU:	8	
Anno corso:	4	
Periodo:	PRIMO SEMESTRE	



Testi in italiano

Lingua insegnamento	ITALIANO
Contenuti	Organizzazione di un laboratorio di sintesi, attrezzature specifiche necessarie per la sintesi di sostanze organiche di interesse farmaceutico. Norme di sicurezza in un laboratorio chimico, sistemi di classificazione delle sostanze chimiche: DSP, GSH, CLP. Tecniche di separazione e isolamento dei prodotti di reazioni chimiche. Work up di una reazione, filtrazione per gravità e in depressione, cristallizzazione, metodi di estrazione (estrazione discontinua, estrazione in continuo di liquidi e di solidi), essiccazione di solidi e di liquidi. Tecniche di distillazione: semplice, a pressione ridotta, frazionata, in corrente di vapore. Evaporatori rotanti. Metodi cromatografici : cromatografia su colonna, flash chromatography, cromatografia su strato sottile. Nuove metodologie sintetiche eco-sostenibili. Reazioni assistite dalle microonde e tipologie di reattori. Sintesi peptidica in soluzione, reagenti di coupling di I, II e III generazione. Sintesi peptidica in fase solida e relativi reattori. Sintesi in parallelo e relativi sintetizzatori, sintesi in fase solida parallelizzata. Chimica a flusso continuo e reattori di Flow-Chemistry. Sintesi, purificazione e caratterizzazione con metodi chimici e strumentali di sostanze di interesse farmaceutico: aspirina; salicilato di metile; paracetamolo, fenacetina; acido benzilico; fenitoina; mesoidrobenzoino; dibenzilidenacetone; benzocaina, idrolisi basica della fenilalanina metilestere, sintesi del (E)-metil 4-fenilbut-2-enoato mediante reazioni di cross-metathesis, sintesi delle N-Boc pirrolina via ring-closing metathesis, sintesi di dipeptidi, sintesi di triazoli 1,4-disostituiti mediante click chemistry, sintesi di triazoli 1,5-disostituiti mediante cicloadizione 1,3-dipolare rutenio-catalizzata, sintesi di un antitumorale via reazione di Bartoli. Reazioni assistite dalle microonde in closed e in open vessel. Caratterizzazione NMR dei composti sintetizzati in laboratorio. Estrazioni della piperina.
Testi di riferimento	A. Vogel - Chimica Organica Pratica. Ediz. Ambrosiana R. Morassi G.P. Speroni Laboratorio Chimico. Piccin Editore L. Costantino, D. Barlocco, Laboratorio di preparazione estrattiva e sintetica dei farmaci, Aracne Editrice Appunti di lezione, articoli scientifici e diapositive fornite durante il corso sulla Piattaforma Teams, Canale [7025] 1969 LABORATORIO DI PREPARAZIONI ESTRATTIVE E SINTETICHE DEI FARMACI

Obiettivi formativi	L'insegnamento si propone di fornire allo studente la conoscenza teorica e pratica delle principali tecniche di estrazione e di sintesi di composti di interesse farmaceutico, con particolare attenzione a metodologie sintetiche innovative. Conoscenza e capacità di comprensione Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà: •comprendere i fondamenti teorici e gli aspetti applicativi delle principali metodologie di sintesi, sia classiche che innovative, impiegate in chimica farmaceutica; •conoscere le principali tecniche estrattive utilizzate per l'isolamento di sostanze di interesse farmaceutico; •conoscere i principi delle tecniche di purificazione e caratterizzazione dei composti sintetizzati. Capacità di applicare conoscenza e comprensione Al termine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di: •applicare protocolli sperimentali per la sintesi e l'estrazione di composti di interesse farmaceutico; •eseguire reazioni chimiche seguendo procedure riportate nella letteratura scientifica •utilizzare correttamente le principali tecniche di laboratorio per l'isolamento, la purificazione e la manipolazione di composti organici di sintesi, con particolare attenzione all'impiego di tecnologie emergenti per la sintesi sostenibile e a basso impatto ambientale.
Prerequisiti	Lo studente deve possedere conoscenze di chimica organica e dei metodi spettroscopici per la caratterizzazione di molecole organiche Propedeuticità: Metodi spettroscopici in chimica organica
Metodi didattici	L'insegnamento è articolato in 4 CFU di lezioni frontali e 4 CFU di esercitazioni individuali di laboratorio. Le lezioni teoriche sono inerenti l'organizzazione di un laboratorio di sintesi, i più importanti metodi di isolamento, purificazione e identificazione di composti organici di interesse farmaceutico. Le esercitazioni in laboratorio sono relative ad applicazioni pratiche dei concetti teorici mediante l'esecuzione di preparazioni sintetiche e l'isolamento di sostanze di interesse farmaceutico). Gli strumenti a supporto della didattica sono PC e videoproiettore per le presentazioni in power point. Rotavapor, pompe da vuoto, apparecchi per punto di fusione, apparecchio Kofler, mantelli riscaldanti, agitatori magnetici, bilance di precisione, lampada UV, essiccatori da vuoto, estrattore Soxhlet, equipaggiamento standard da laboratorio in vetro metallo e porcellana e equipaggiamento di protezione e sicurezza sono a disposizione per le esercitazioni di laboratorio. La frequenza alle attività didattiche è obbligatoria, per il 50% per le lezioni frontali e per il 70% per le esercitazioni di laboratorio. L'assolvimento dell'obbligo di frequenza costituisce requisito per l'ammissione all'esame di profitto. La frequenza è accertata mediante il sistema informatico di rilevazione delle presenze adottato dall'Ateneo.
Altre informazioni	L'insegnamento di Laboratorio di Preparazioni Estrattive e Sintetiche di Farmaci contribuisce al perseguimento dei seguenti Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) dell'Agenda ONU 2030: SDG 3 - Salute e benessere: il corso fornisce competenze nella sintesi, purificazione e caratterizzazione di composti di interesse farmaceutico, contribuendo alla formazione necessaria per lo sviluppo di nuove molecole bioattive e farmaci. SDG 9 - Imprese, innovazione e infrastrutture: l'insegnamento introduce metodologie avanzate e innovative, quali sintesi assistita da microonde, flow chemistry, sintesi peptidica in fase solida, click chemistry e reazioni di metatesi, ampiamente impiegate nella ricerca e nell'industria farmaceutica. SDG 12 - Consumo e produzione responsabili: particolare attenzione è dedicata a strategie sintetiche eco-sostenibili e all'ottimizzazione dei processi, con l'obiettivo di ridurre consumi energetici, utilizzo di solventi e produzione di rifiuti. SDG 4 - Istruzione di qualità: il corso integra teoria e pratica di laboratorio, favorendo l'acquisizione di competenze specialistiche in chimica organica e farmaceutica.

Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento viene effettuata mediante un esame orale finalizzato ad accertare il raggiungimento degli obiettivi formativi dell'insegnamento e il livello di acquisizione delle conoscenze e competenze previste.

L'esame orale si articola in due parti. La prima è finalizzata ad accertare la conoscenza e la comprensione degli argomenti teorici trattati nel corso. La seconda riguarda la discussione della sintesi di un composto di interesse farmaceutico, con particolare attenzione alla procedura sperimentale, al meccanismo di reazione, al calcolo della resa e alla caratterizzazione strutturale del prodotto farmaceutico mediante tecniche di spettroscopia NMR mono- e bidimensionale.

Il voto finale, espresso in trentesimi, sarà attribuito sulla base del grado di conoscenza degli argomenti, della capacità di ragionamento e di collegamento tra i diversi contenuti del corso, della correttezza terminologica e dell'autonomia di giudizio dimostrate durante l'esame.

Obiettivi per lo sviluppo sostenibile

Codice	Descrizione
--------	-------------



Testi in inglese

	Italian
	Organization of a synthetic laboratory, specific equipment necessary for the synthesis of organic substances of pharmaceutical interest. Safety rules in a chemical laboratory, chemical classification systems: DSP, GSH, CLP. Separation and isolation techniques of chemical reaction products. Work-up of a reaction, filtration by gravity and depression, crystallization, extraction methods (discontinuous extraction, continuous extraction of liquids and solids), drying of solids and liquids. Distillation techniques: simple, reduced pressure, fractional, in steam current. Rotary evaporators. Chromatographic methods: column chromatography, flash chromatography, thin-layer chromatography. Microwave-assisted reactions. New eco-sustainable synthetic methodologies. Microwave-assisted reactions and types of reactors. Peptide synthesis in solution, with first-, second-, and third-generation coupling reagents. Solid-phase peptide synthesis and related reactors. Parallel synthesis and related synthesizers, parallelized solid-phase synthesis. Continuous-flow chemistry and flow-chemistry reactors. Synthesis, purification, isolation and characterization by chemical and instrumental methods of substances of pharmaceutical interest: aspirin, methyl salicylate; paracetamol, phenacetin, benzoic acid; phenytoin; meso-hydrobenzoin; dibenzalacetone; benzocaine; basic hydrolysis of phenylalanine methyl ester; synthesis of (E)-methyl 4-phenylbut-2-enoate by cross-metathesis reactions, synthesis of N-Boc pyrrolidine via ring-closing metathesis, synthesis of dipeptides, synthesis of 1,4-disubstituted triazoles by click chemistry, synthesis of 1,5-disubstituted triazoles by ruthenium-catalyzed 1,3-dipolar cycloaddition, synthesis of an anticancer drug via Bartoli reaction. Microwave-assisted reactions in closed and open vessel. NMR characterization of compounds synthesized in the laboratory. Extraction of piperine.
	A. Vogel - Chimica Organica Pratica. Ediz. Ambrosiana R. Morassi G.P. Speroni Laboratorio Chimico. Piccin Editore L. Costantino, D. Barlocco, Laboratorio di preparazione estrattiva e sintetica dei farmaci, Aracne Editrice Lecture notes, scientific articles and slides provided during the course on Teams Platform, Channel [7025] 1969 LAB-BASED COURSE ON EXTRACTIVE AND SYNTHETIC PREPARATION OF DRUGS

The course aims to provide students with the theoretical and practical knowledge of the main extraction and synthesis techniques for compounds of pharmaceutical interest, with particular emphasis on innovative synthetic methodologies.

Knowledge and understanding

At the end of the course, students will be expected to:

- understand the theoretical foundations and practical applications of the main synthetic methodologies, both classical and innovative, used in medicinal chemistry;
- know the main extraction techniques employed for the isolation of substances of pharmaceutical interest;
- know the principles of purification and characterization techniques for synthesized compounds.

Applying knowledge and understanding

At the end of the course, students will be able to:

- apply experimental protocols for the synthesis and extraction of compounds of pharmaceutical interest;
- perform chemical reactions following procedures reported in scientific literature;
- correctly use the main laboratory techniques for the isolation, purification, and handling of synthetic organic compounds, with particular attention to the use of emerging technologies for sustainable and low environmental impact synthesis.

The student must have knowledge of organic chemistry and spectroscopic methods for the characterization of organic molecules.
Required exams: Spectroscopic methods in organic chemistry

The course consists of 4 ECTS credits of lectures and 4 ECTS credits of individual laboratory practical sessions. The theoretical lectures cover the organization of a synthesis laboratory, as well as the most important methods for the isolation, purification, and identification of organic compounds of pharmaceutical interest. The laboratory practical sessions focus on the application of theoretical concepts through the execution of synthetic preparations and the isolation of substances of pharmaceutical interest.

Teaching support tools include a computer and a video projector for PowerPoint presentations. The following equipment is available for individual laboratory activities: rotary evaporators, vacuum pumps, melting point apparatus, a Kofler bench, heating mantles, magnetic stirrers, precision balances, UV lamps, vacuum desiccators, a Soxhlet extractor, standard laboratory equipment made of glass, metal and porcelain, as well as personal protective and safety equipment.

Attendance is mandatory: students must attend at least 50% of the lectures and 70% of the laboratory practical sessions. Fulfillment of the attendance requirement is a prerequisite for admission to the final examination. Attendance is monitored through the computerized attendance tracking system adopted by the University.

The course Laboratory of Extractive and Synthetic Preparations of Drugs contributes to the achievement of the following United Nations 2030 Agenda Sustainable Development Goals (SDGs):

SDG 3-Good Health and Well-being: the course provides knowledge and practical skills in the synthesis, purification, and characterization of pharmaceutical compounds, contributing to the training required for the development of new bioactive molecules and medicines.

SDG 9-Industry, Innovation and Infrastructure: the course introduces advanced and innovative methodologies, including microwave-assisted synthesis, flow chemistry, solid-phase peptide synthesis, click chemistry, and metathesis reactions, which are widely employed in both academic research and the pharmaceutical industry.

SDG 12-Responsible Consumption and Production: particular emphasis is placed on environmentally sustainable synthetic strategies and process optimization, with the aim of reducing energy consumption, solvent use, and waste generation.

SDG 4-Quality Education: the course integrates theoretical instruction with hands-on laboratory training, promoting the acquisition of specialized skills in organic and pharmaceutical chemistry.

Learning assessment is carried out through an oral examination designed to verify the achievement of the course learning objectives and the level of acquisition of the expected knowledge and skills.

The oral examination consists of two parts. The first part is aimed at assessing the student's knowledge and understanding of the theoretical topics covered during the course. The second part involves the discussion of the synthesis of a pharmaceutical compound, with particular emphasis on the experimental procedure, the reaction mechanism, yield calculation, and the structural characterization of the product using one-dimensional and two-dimensional NMR spectroscopy techniques.

The final grade, expressed on a 30-point scale, is awarded based on the student's level of knowledge of the course topics, ability to reason and establish connections among the different course contents, correct use of scientific terminology and degree of independent critical judgment demonstrated during the examination.

Obiettivi per lo sviluppo sostenibile

Codice	Descrizione
---------------	--------------------