



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## CHIMICA ORGANICA II E LABORATORIO

### GENNARO PESCIPELLI

Anno accademico	2023/24
CdS	CHIMICA PER L'INDUSTRIA E L'AMBIENTE
Codice	126CC
CFU	9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
CHIMICA ORGANICA II ED ESERCITAZIONI	CHIM/06, CHIM/06	LEZIONI	120	GENNARO PESCIPELLI FRANCESCO ZINNA

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

Il Corso di Chimica Organica II e laboratorio completerà la formazione di base degli studenti sulla teoria e la pratica della Chimica Organica. Lo studente avrà acquisito conoscenze

- della teoria degli orbitali molecolari per la descrizione delle proprietà e reattività dei composti organici;
- del fenomeno dell'aromaticità e delle proprietà e della reattività fondamentali dei composti aromatici condensati ed eteroaromatici;
- delle interazioni tra gruppi funzionali e in particolare di come la coniugazione tra gruppi diversi modifichi le reattività dei composti;
- di quali sono alcuni dei principali metodi per il controllo delle reazioni di condensazione tra composti carbonilici e loro analoghi e derivati, e di altre reazioni correlate;
- degli elementi base delle spettroscopie UV-vis, <sup>1</sup>H-NMR e IR per l'identificazione, il riconoscimento e la quantificazione dei composti organici;
- di alcune tecniche di laboratorio per la realizzazione di reazioni organiche, incluse semplici manipolazioni in atmosfera inerte (tecniche Schlenck).

##### *Modalità di verifica delle conoscenze*

- Gli studenti verranno continuamente stimolati all'intervento critico durante le lezioni frontali, per verificare la comprensione degli argomenti trattati in tempo reale.
- Verranno svolte esercitazioni in aula con la partecipazione diretta degli studenti alla lavagna.
- Verranno proposti esercizi da svolgere autonomamente.
- Il laboratorio porrà gli studenti di fronte alla verifica pratica dell'acquisizione delle conoscenze.
- Gli studenti dovranno tenere un quaderno di laboratorio, che verrà visionato in tempo reale.

##### *Capacità*

Al termine del corso lo studente sarà in grado:

- di interpretare un notevole numero di schemi di reazione comunemente presenti in letteratura e di proporre plausibili meccanismi di reazione;
- di proporre procedure per la trasformazione di prodotti chimici e per semplici sintesi in più passaggi di composti polifunzionali;
- di condurre sintesi organiche semplici su piccola scala, isolando e purificando i prodotti di reazione;
- di riconoscere prodotti organici attraverso l'analisi dei dati spettroscopici.

##### *Modalità di verifica delle capacità*

Durante le lezioni teoriche e le esercitazioni in aula, lo studente viene continuamente stimolato a proporre le soluzioni più idonee ai problemi proposti.

Durante le esercitazioni in aula e in laboratorio, allo studente viene richiesto di interpretare i principali dati spettroscopici di prodotti noti e/o preparati in laboratorio.

Durante le esercitazioni in laboratorio, il docente e gli assistenti di laboratorio verificano le capacità dello studente di preparare l'apparecchiatura richiesta, condurre la reazione e prendere nota dei relativi dati. Gli studenti dovranno tenere un quaderno di laboratorio, che verrà visionato in tempo reale.



## UNIVERSITÀ DI PISA

### Comportamenti

Lo studente acquisirà un atteggiamento critico e consapevole nei confronti della letteratura organica. Inoltre acquisirà una condotta responsabile nel laboratorio di sintesi organica, incluse le pratiche riguardanti l'utilizzo dei dispositivi di protezione individuali (DPI), di assemblaggio e pulizia della vetreria, della manipolazione di prodotti chimici e del loro corretto smaltimento.

### Modalità di verifica dei comportamenti

Durante le esercitazioni in aula e i ricevimenti si potrà valutare la maturazione degli strumenti critici.

Durante il laboratorio sperimentale si verificherà la condotta, nonché l'accuratezza e la cura nelle attività e il corretto uso dei DPI, della corretta manipolazione e smaltimento dei prodotti chimici

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Conoscenza di: struttura e della reattività organica di base; stereochimica; principali gruppi funzionali; delocalizzazione elettronica; reattivi elettrofili e nucleofili; basicità e acidità e concetto di pKa; semplici meccanismi di reazione; comportamento di base nel laboratorio chimico; norme di sicurezza; uso di dispositivi di protezione individuale; uso corretto della vetreria di base; semplici operazioni di laboratorio (es. pesata, filtrazione, raccolta dei prodotti, smistamento di liquidi non miscibili, essiccamento di soluzioni, separazione tramite TLC); trattamento dei dati di reazione (calcolo della resa, stima della purezza dei prodotti)

### Indicazioni metodologiche

Il corso consiste in lezioni frontali alla lavagna, coadiuvate dall'uso di videoproiettore per illustrare diagrammi e figure complesse. Le diapositive proiettate in aula vengono fornite agli studenti in anticipo tramite la piattaforma di e-learning. Le esercitazioni in aula si svolgono alla lavagna. Le esercitazioni pratiche sono obbligatorie e si svolgono in laboratorio in giorni prestabiliti e non modificabili. Tutte le esperienze di laboratorio vengono descritte preventivamente durante le lezioni frontali. Si forniscono inoltre dispense dettagliate per ciascuna esperienza, contenenti le seguenti informazioni: introduzione e cenni teorici; reagenti e solventi da utilizzare; apparecchiatura da assemblare; precauzioni di sicurezza; procedura dettagliata; caratterizzazione dei prodotti; smaltimento dei rifiuti.

Gli studenti hanno a disposizione numerosi esercizi attraverso la piattaforma di e-learning e i docenti ricevono gli studenti con cadenza almeno settimanale. Possono inoltre essere raggiunti per posta elettronica.

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Teoria qualitativa degli orbitali molecolari (MO). Delocalizzazione elettronica in anione e catione allilici, dieni e polieni coniugati (spettroscopia UV-vis). Aromaticità sulla base dei MO: benzene, composti eteroaromatici, sistemi aromatici condensati. Descrizione dei MO su alcheni sostituiti, legami C-eteroatomo, C=O. Reazioni ioniche e loro descrizione secondo i MO.

La reazione di sostituzione elettrofila aromatica (SEAr) su naftalene, antracene e fenantrene. Effetti di orientazione (regio selettività). Effetti di attivazione/disattivazione dei sostituenti. Sintesi di composti aromatici policiclici.

Sistemi coniugati, loro descrizione secondo la teoria MO e reattività: dieni, catione/anione/radicale allilico/benzilico, alogenuri vinilici/arilici, vinileteri.

Formazioni e reazioni di enoli ed enolati e di loro equivalenti. Enolati preformati e loro equivalenti stabili: enolati di litio, sililenoeteri, enammine. Reazioni in alfa a gruppi carbonilici (o equivalenti). Alfa-alogenazione e alchilazione. Condensazioni aldoliche dirette. Equivalenti degli enoli specifici per aldeidi, chetoni, acidi carbossilici. Reazioni aldoliche intramolecolari e ciclizzazioni. Sintesi malonica e acetacetica. La reazione di Mannich. La reazione di Wittig. Condensazione di Claisen e altre reazioni di acilazione.

Composti carbonilici alfa,beta insaturi. Addizioni coniugate di nucleofili vari, inclusi reagenti organometallici ed enolati. Nitroalcani e reazione di Henry.

Composti eteroaromatici. Struttura e proprietà di pirrolo, furano, tiofene, piridina, chinolina. Reazione di sostituzione elettrofila aromatica (SEAr) e sostituzione nucleofila aromatica (SNAr). Sintesi di composti eteroaromatici.

Principi di spettroscopia UV-vis, IR e NMR. Correlazioni tra struttura e spettri e metodi per la previsione e l'interpretazione spettrale. Utilizzo di dati UV-vis, IR e <sup>1</sup>H-NMR per la caratterizzazione e l'identificazione di semplici composti organici. Preparazione del campione per le spettroscopie UV-vis, IR e NMR.

Norme di comportamento nel laboratorio chimico. Frasi di rischio e sicurezza, simboli di rischio, schede di sicurezza dei composti chimici.

Tecnica di laboratorio per reazioni in atmosfera inerte.

### Bibliografia e materiale didattico

Jonathan Clayden, Nick Greeves, Stuart Warren *Chimica Organica* ISBN: 8829932337 Piccin

Ian Fleming *Molecular Orbitals and Organic Chemical Reactions, Student Edition* ISBN: 9780470746 Wiley

Marc Loudon *Chimica Organica* ISBN: 9788879595520 EdiSES

Diapositive proiettate a lezione distribuite tramite la piattaforma di e-learning

Dispense di Laboratorio distribuite tramite la piattaforma di e-learning

Esempi di esercizi di assegnazione strutturale e compiti svolti degli anni precedenti, distribuiti tramite la piattaforma di e-learning

### Indicazioni per non frequentanti

La frequenza del laboratorio è in ogni caso obbligatoria, così come la corretta redazione del quaderno di laboratorio. La frequenza delle lezioni ed esercitazioni in aula è fortemente consigliata.

### Modalità d'esame

L'esame consiste in un compito scritto della durata di 3 ore, che tipicamente contiene 7 esercizi, e una prova orale. Un esercizio è



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

maggiormente legato al laboratorio e in genere richiede il riconoscimento di una o più sostanze organiche a partire da dati spettroscopici e/o nell'assegnazione delle transizioni visibili negli spettri a gruppi funzionali e altre strutture organiche. Gli altri 6 esercizi richiedono la proposta o di strategie di sintesi di composti organici o di plausibili meccanismi per spiegare trasformazioni date. Gli esercizi hanno uguale peso e la risoluzione corretta di 3 esercizi è ritenuta sufficiente, a condizione che la prova di laboratorio non sia nulla. All'orale partecipano i docenti del corso, a volte coadiuvati da colleghi e cultori della materia. Per il voto finale vengono altresì valutati il comportamento dello studente durante le esperienze di laboratorio e la compilazione del relativo quaderno.

*Ultimo aggiornamento 31/07/2023 17:56*