



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## CHIMICA ORGANICA II + LABORATORIO

### LORENZO DI BARI

Academic year	2023/24
Course	CHIMICA
Code	228CC
Credits	12

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
CHIMICA ORGANICA II	CHIM/06	LEZIONI	48	LORENZO DI BARI
LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA II	CHIM/06	LABORATORI	135	ANDREA CESARI GLORIA UCCELLO BARRETTA

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

Obiettivo del corso è completare la preparazione di chimica organica di base per la comprensione della chimica dei composti bifunzionali. Le nozioni apprese nel corso Chimica Organica I verranno usate in modo integrato per dare conto di come i gruppi si influenzano attraverso la delocalizzazione elettronica.

##### **Modulo di Laboratorio**

Al termine del corso di Laboratorio di Chimica Organica II lo studente avrà acquisito conoscenze sui principi della spettroscopia di Risonanza Magnetica Nucleare e sulla sua applicazione a problematiche di caratterizzazione strutturale e conformazionale di composti organici di struttura anche complessa, appositamente sintetizzati durante il laboratorio stesso.

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

Durante il corso verranno continuamente proposti esercizi a discussione libera, in modo da verificare costantemente il progresso delle conoscenze.

##### **Modulo di Laboratorio**

Le conoscenze acquisite saranno verificate attraverso la valutazione dell'elaborato scritto alla fine della varie esperienze di laboratorio

##### *Capacità*

Al termine del corso gli studenti saranno in grado di proporre brevi sequenze sintetiche per la preparazione di composti organici, di prevedere il decorso di reazioni di composti a,b-insaturi, composti aromatici ed eterocicli.

##### **Modulo di Laboratorio**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

- effettuare semplici trasformazioni chimiche di laboratorio
- condurre in modo autonomo la completa caratterizzazione NMR di molecole organiche o loro miscele
- lo studente sarà in grado di elaborare in una relazione scritta i risultati della caratterizzazione

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

Svolgimento alla lavagna e discussione in aula di esercizi.

##### **Modulo di Laboratorio**

Lo studente dovrà preparare e presentare una relazione scritta che riporti i risultati dell'attività svolta durante il laboratorio

##### *Comportamenti*



## UNIVERSITÀ DI PISA

Lo studente imparerà a porsi in modo critico nel riconoscere gli elementi che maggiormente determinano il chimismo dei composti organici.

### Modulo di Laboratorio

- Lo studente saprà gestire l'organizzazione di un lavoro di gruppo
- lo studente pianificare le attività nel tempo ad esse dedicato
- Lo studente svilupperà sensibilità alle problematiche di sicurezza in laboratorio

### Modalità di verifica dei comportamenti

Durante le discussioni in aula, si verificherà che gli studenti acquisiscano indipendenza nell'analisi critica della struttura molecolare e della reattività.

### Modulo di Laboratorio

Durante le sessioni di laboratorio saranno valutati il grado di efficienza e di accuratezza delle attività

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Conoscenza della chimica dei gruppi funzionali e degli elementi strutturali e stereochimici dei composti organici. Fondamenti sui composti organometallici.

### Modulo di Laboratorio

I principi della chimica organica di base, intesa come proprietà e reattività di molecole organiche, e i principi generali delle tecniche spettroscopiche.

### Indicazioni metodologiche

Le lezioni si svolgono rigorosamente alla lavagna, in modo da consentire agli studenti di assimilare ciascun passaggio delle sequenze di reazione che vengono proposte. In ciascun caso, si proporrà un processo razionale per ricondurre ogni reazione a principi primi di reattività elementare. Ove possibile, verranno integrate informazioni spettroscopiche, in modo da fornire una visione unitaria della struttura molecolare ed elettronica e delle sue ricadute sulle proprietà chimiche e fisiche delle molecole organiche.

### Modulo di Laboratorio

- il corso è costituito da lezioni frontali, esercitazioni in aula, esperienze da condurre in laboratorio di sintesi e laboratorio di caratterizzazione spettroscopica NMR dei composti sintetizzati.
- le lezioni frontali sono svolte con l'ausilio di diapositive
- le esperienze di laboratorio di sintesi vengono effettuate da gruppi di due/tre studenti
- le esperienze di laboratorio strumentale vengono effettuate in aula informatica utilizzando i PC connessi con lo spettrometro di Risonanza Magnetica Nucleare
- il docente fa uso di ricevimenti e della posta elettronica per comunicare con gli studenti

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Delocalizzazione elettronica in anione e catione allilici, dieni e polieni coniugati (spettroscopia UV-vis). Conseguenze della delocalizzazione elettronica e delle cariche su acidità e basicità. Alleni e acetileni: migrazione di tripli legami. Aromaticità sulla base degli Orbitali Molecolari: benzene, composti eteroaromatici, sistemi aromatici condensati.

La reazione di sostituzione elettrofila aromatica (SEAr) su composti aromatici policondensati e su composti eteroaromatici.

La sostituzione nucleofila aromatica: via benzino (eliminazione-addizione); via addizione-eliminazione; via SN1 con sali di diazonio (preparazione e reattività anche con sali di Cu(I)).

Piridina come esempio di sistema elettron povero. Sua reattività all'azoto con elettrofili e come base. Uso dell'ossido di piridina in SEAr.

Reattività con nucleofili. Metodi generali di preparazione di piridine sostituite.

Eterocicli pentatomici: pirrolo, tiofene, furano. Esempi di SEAr su sistemi elettronricchi. Reattività dell'NH del pirrolo e formazione di pirroli N-sostituiti. Metodi generali di preparazione degli eteroaromatici pentatomici.

Formazione e uso di composti organometallici in sintesi: Li, Mg, Cu, Zn.

Formazione e reazioni di enoli ed enolati e di loro equivalenti. Reazioni in alfa a gruppi carbonilici (o equivalenti). Alfa-alogenazione.

Condensazioni aldoliche incrociate. Enolati preformati e loro equivalenti stabili. Enoletteri. Equivalenti degli enoli specifici per aldeidi, chetoni, acidi carbossilici. Reazioni aldoliche intramolecolari e ciclizzazioni. La reazione di Mannich.

Composti dell'azoto: ammine, immine ed enammine, azidi, sali di diazonio, gruppi nitro e nitroso. Formazione e impiego.

Cenni sui composti aliciclici contenenti azoto, zolfo e ossigeno. (Emi)acetali ciclici ed effetti stereo elettronici. Effetto anomero.

Elementi di stereochimica degli zuccheri semplici.

### Modulo di Laboratorio:

Principi di Spettroscopia di Risonanza Magnetica Nucleare e tecniche NMR mono e bidimensionali di caratterizzazione di composti organici.

Esperienze di laboratorio di sintesi di composti organici di struttura semplice e complessa. Esercitazioni di interpretazione di spettri NMR di molecole organiche. Previsione di dati spettrali NMR di composti organici. Esperienze di laboratorio strumentale NMR per la caratterizzazione dei composti organici sintetizzati e analisi dei dati spettroscopici NMR. Metodi NMR di determinazione di purezza enantiomerica e configurazione assoluta



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Bibliografia e materiale didattico

Jonathan Clayden, Nick Greeves, Stuart Warren: Organic Chemistry. Oxford University Press, 2012. ISBN: 9780199270293

Maitland Jones, Steven A Fleming Organic Chemistry. W. W. Norton & Company 2014 EAN: 9780393124224

W.H. Brown, B.L. Iverson, E.V. Anslyn, C.S. Foote: Chimica Organica. EdiSES 2015. ISBN 9788879598309

### Modulo di Laboratorio

Diapositive e testo ("Identificazione spettrometrica di composti organici" di Robert Silverstein, casa editrice Ambrosiana)

### Indicazioni per non frequentanti

Modulo di Laboratorio:

frequenza obbligatoria

### Modalità d'esame

L'esame della **parte di teoria** consiste in una prova scritta di 3 ore e una prova orale. Lo scritto tipicamente consta di 4-6 esercizi, il cui peso è identico, ai fini della valutazione. Vengono proposte sequenze di sintetiche per la preparazione di un composto oppure razionalizzazione di meccanismi di reazione. Durante lo scritto è ammessa la consultazione dei testi consigliati (solo in forma cartacea e nessuna consultazione online) ma non di eserciziarli Il superamento della prova scritta con almeno 16/30 è indispensabile per l'ammissione all'orale, che parte da una discussione dello scritto. Durante l'orale viene altresì richiesta l'esposizione di una selezione degli argomenti del corso.

### Modulo di Laboratorio:

- L'esame è composto dalla presentazione di una relazione di laboratorio e una prova orale. La relazione di laboratorio deve essere consegnata almeno una settimana prima della prova orale
- La prova orale consiste in un colloquio della durata media di 30minuti tra il candidato e il docente e include quesiti generali sui principi della tecnica spettroscopica NMR, sulle esperienze svolte in laboratorio iniziando dalla discussione delle relazioni concernenti tali esperienze. Potrà essere richiesto di effettuare una previsione spettrale su composti anche di tipo diverso rispetto a quelli sintetizzati e caratterizzati durante le esperienze di laboratorio.
- il colloquio avrà esito positivo se lo studente dimostrerà di essere in grado di esprimersi in modo chiaro e di usare la terminologia scientifica corretta e se risponderà correttamente alle domande poste.
- Il voto sarà espresso in trentesimi

*Ultimo aggiornamento 28/11/2023 09:05*