



# UNIVERSITÀ DI PISA

## CHIMICA ORGANICA

---

### ANDREA MEZZETTA

|                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| Anno accademico | 2020/21                 |
| CdS             | VITICOLTURA ED ENOLOGIA |
| Codice          | 012CC                   |
| CFU             | 6                       |

|                  |           |         |     |                 |
|------------------|-----------|---------|-----|-----------------|
| Moduli           | Settore/i | Tipo    | Ore | Docente/i       |
| CHIMICA ORGANICA | CHIM/06   | LEZIONI | 64  | ANDREA MEZZETTA |

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

Al termine del corso lo studente sarà in grado di riconoscere i gruppi funzionali presenti su una molecola organica e di prevedere la sua reattività chimica verso i più comuni reagenti (acidi, basici, elettrofili e nucleofili, ossidanti e riducenti) e di effettuare considerazioni sulla sua stereochimica. Lo studente acquisirà inoltre conoscenze sugli aspetti meccanicistici delle reazioni organiche di base. Particolare enfasi verrà data alla conoscenza della chimica di base delle molecole più importanti coinvolte nelle biotrasformazioni.

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

Per l'accertamento delle conoscenze saranno svolte delle prove in itinere. Nello specifico:

- conoscenza dei gruppi funzionali delle molecole organiche
- conoscenza delle principali reazioni delle diverse classi di composti organici
- conoscenza della tridimensionalità della molecole organiche
- capacità di porre in relazione i singoli argomenti

##### *Capacità*

Al termine del corso:

- lo studente avrà acquisito non solo competenze e conoscenze adeguate al conseguimento dell'esame, ma soprattutto stimoli, capacità e metodi di apprendimento adeguati per l'aggiornamento e l'innalzamento continuo delle proprie competenze nell'ambito della chimica organica
- lo studente avrà acquisito la conoscenza dei gruppi funzionali presenti in molecole organiche, della reattività delle molecole organiche e dei meccanismi di reazione

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

Durante lo svolgimento del corso vengono effettuate esercitazioni durante le quali lo studente dovrà dimostrare di:

- avere acquisito le capacità di svolgere esercizi di chimica organica
- avere acquisito la capacità di interconnettere tra loro le caratteristiche/reattività di classi di composti organici differenti

##### *Comportamenti*

Alla fine del corso lo studente potrà acquisire e/o sviluppare:

- la capacità di analizzare una molecola organica (comprese bio/macromolecole)
- la capacità di risolvere un problema di chimica organica

##### *Modalità di verifica dei comportamenti*

La verifica dei comportamenti sarà effettuata:

durante le esercitazioni di accertamento finalizzate a valutare il comportamento dello studente di fronte alle problematiche poste dal docente

##### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Per affrontare l'insegnamento di Chimica Organica sono necessarie le conoscenze di:



## UNIVERSITÀ DI PISA

- chimica generale e inorganica (legami chimici, la termodinamica, la cinetica chimica)

### Indicazioni metodologiche

Attività didattiche:

- presenza alle lezioni
- partecipazione nelle discussioni
- studio individuale

Presenza: Consigliata

Metodi di insegnamento:

- Lezione
- esercitazioni con esercizi mirati a chiarire i concetti spiegati a lezione

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

**Generalità:** Formule dei composti organici: empirica, molecolare, di struttura, a legami di valenza, condensate per composti aciclici e ciclici. Ibridazione  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$  e loro conseguenza sulla geometria molecolare. Legami coniugati e strutture di risonanza. Tipologia di legami (ionici, covalenti) e interazioni intermolecolari (legami a idrogeno e interazioni di Van der Waals). Dipendenza delle caratteristiche chimico-fisiche dalle interazioni esistenti.

**Alcani e Cicloalcani:** Nomenclatura IUPAC, isomeria di struttura, reazioni di alogenazione e combustione degli alcani.

**Stereochimica** Analisi conformazionale (conformazioni eclissate e sfalsate). Isomeria geometrica (cis e trans). Analisi conformazionale del cicloesano. Chiralità.: rappresentazioni tridimensionali e di Fischer, potere ottico rotatorio. Racemi. Configurazione assoluta: regole di priorità di Chan, Ingold e Prelog. Il sistema D,L: la gliceraldeide. Enantiomeri, diastereoisomeri, forme meso.

**Alcheni, alchini e dieni:** il doppio legame C=C: proprietà chimico-fisiche e nomenclatura IUPAC. Isomeria geometrica E/Z, regole di priorità di Cahn, Ingold e Prelog (CIP). Reazioni di addizione elettrofila al doppio legame: meccanismo generale e stereochimica, regola di Markovnikov, profilo energetico della reazione, stabilità relativa dei carbocationi. Addizione di acidi alogenidrici, di alogeni, di acqua (idratazione), idrogenazione catalitica. Calori di idrogenazione e rapporto fra struttura e stabilità termodinamica degli alcheni. Alchini: struttura elettronica, cenni sulla reattività. Dieni coniugati e non: stabilità e reattività (addizioni 1,2 e 1,4, carbocatione allilico).

**Composti aromatici:** Il benzene: energia di risonanza, la regola di Huckel e regole di nomenclatura. Reattività: la sostituzione elettrofila aromatica e meccanismo di reazione generale: nitratura, solfonazione, alogenazione, alchilazione e acilazione di Friedel-Crafts. Effetto dei sostituenti (induttivo e mesomerico).

**Alogenuri alchilici:** Reazioni di sostituzione ed eliminazione. Natura dei nucleofili e dei gruppi uscenti. Le reazioni  $SN_2$  e  $SN_1$ : meccanismo, profilo energetico, stereochimica. Meccanismo delle reazioni  $E_1$  e  $E_2$ : aspetti generali, regola di Saytzeff. Dipendenza della reattività dal tipo alogenuro: rapporto  $SN_2/E_2$  e  $SN_1/E_1$  Dipendenza del meccanismo mono- e bi-molecolare dal tipo di nucleofilo e di solvente.

**Ammine:** Generalità, nomenclatura, classificazione e proprietà fisiche. Basicità delle ammine Nucleofilia delle ammine. Confronto tra basicità delle alchilammine e quella delle ammine aromatiche (anilina).

**Composti eterociclici aromatici:** piridina, pirimidina, pirrolo, furano e tiofene imidazolo. Cenni sulle proprietà fisiche e chimiche. Cenni sulla reattività verso la sostituzione elettrofila aromatica del pirrolo e della piridina. Cenni alle basi puriniche e pirimidiniche.

**Alcoli, fenoli ed eteri:** Nomenclatura, proprietà chimico-fisiche. Reattività degli alcoli: conversione in alogenuri, disidratazione con acido solforico, ossidazione degli alcoli. Esteri inorganici (fosfati, solfati e solfonici). Cenni ai polialcoli (glicoli e gliceroli). Fenoli: acidità, dipendenza dell'acidità dai sostituenti presenti sull'anello aromatico. Cenni all'ossidazione di polifenoli e loro proprietà come antiossidanti. (sistema idrochinone-chinone). Eteri: cenni su struttura e loro uso come solventi, cenni su epossidi.

**Aldeidi e chetoni:** Nomenclatura e proprietà chimico-fisiche, struttura elettronica del gruppo carbonilico. Reazioni di addizione nucleofila al gruppo carbonilico: addizione di acqua, alcoli, acido cianidrico, ammoniaca e derivati. Stabilità delle immine, idrazoni ed ossime. Ossidazioni e riduzioni catalitiche e con idruro. Riconoscimento del gruppo funzionale aldeidico e chetonico attraverso semplici reazioni. Tautomeria chetone-enolica. Reazioni di condensazione aldolica.

**Acidi carbossilici e derivati:** Generalità, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche. Sali degli acidi carbossilici. Acidità degli acidi carbossilici: rapporto struttura-acidità. Derivati degli acidi carbossilici: alogenuri acilici, anidridi, esteri ed ammidi: presenza in natura, nomenclatura e proprietà fisiche. Reazione di sostituzione nucleofila acilica: meccanismo di reazione e scala di reattività degli derivati degli acidi carbossilici in funzione del gruppo uscente. Cloruri degli acidi: preparazione e loro uso nella sintesi di esteri e ammidi. Esteri: preparazione attraverso l'esterificazione di Fisher degli acidi carbossilici, idrolisi acida e basica (saponificazione). Riconoscimento dei gruppi funzionali attraverso semplici reazioni. I trigliceridi: struttura generale e proprietà. Lattoni. Ammidi: basicità, preparazione e loro idrolisi acida.

**Terpeni:** struttura generale: unità isoprenica. Proprietà e presenza in natura.

**Amminoacidi e peptidi:** Struttura e stereochimica. Proprietà fisiche: natura dipolare o zwitterionica degli amminoacidi, equilibri in acqua, elettroforesi e punto isoelettrico. Peptidi: natura e geometria del legame peptidico. Cenni alla struttura primaria, secondaria e terziaria delle



## UNIVERSITÀ DI PISA

proteine.

**Carboidrati:** Classificazione e stereochimica, serie D e L, struttura dei più comuni aldosi e chetosi. Strutture emiacetaliche dei monosaccaridi: furanosi e piranosi, anomeria, mutarotazione. Rappresentazioni di Fischer e di Haworth piana e conformazionale. Acetalazione di monosaccaridi. Glicosidi: generalità, presenza in natura e idrolisi. Zuccheri riducenti e non-riducenti (reazioni di Feheling e Tollens). Cenni alle reazioni di ossidazione e riduzione dei monosaccaridi con formazione di acidi aldonici, aldarici, uronici e alditoli. Disaccaridi semisintetici maltosio e cellobiosio. Disaccaridi naturali: saccarosio e lattosio. Cenni ai polisaccaridi: cellulosa e amido.

**Acidi nucleici:** Cenni sulla struttura generale e sui componenti del DNA e RNA: nucleosidi e nucleotidi.

### Bibliografia e materiale didattico

- Russo, G. Catelani, L. Panza, P. Pedrini, *Chimica Organica*, 2a Ed. Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1998.
- Botta e altri, *Chimica Organica Essenziale, Edi. Ermes Milano 2012 (ISBN 978-99-7051-354-7)*
- Catelani, F. D'Andrea, *Esercizi Chimica Organica*, Pisa, 2000.
- McMurry, *Fondamenti di Chimica Organica*, 4° Ed. Italiana Zanichelli, Bologna 2011.
- Hart, D.J. Hart, L.E. Craine, *Chimica Organica*, 6a Ed. Italiana, Zanichelli, Bologna, 2008.
- Y. Bruice, *Elementi di Chimica Organica*, 1° Ed. EdiSES 2017

### Indicazioni per non frequentanti

Gli studenti non frequentanti possono seguire lo svolgimento delle lezioni utilizzando il materiale didattico messo a disposizione dal docente sul sito E-learning del CdS e seguendo il registro delle lezioni del docente.

### Modalità d'esame

Durante l'esame scritto (basato sia su domande teoriche che su esercizi; 1.5-2,5 ore), in presenza o in modalità telematica, lo studente dovrà dimostrare la sua conoscenza del materiale del corso e la sua abilità nel rispondere per scritto ai quesiti proposti. L'esame orale, tenuto dal docente in presenza della commissione d'esame e di altri studenti, sarà diretto a dimostrare l'abilità dello studente nel fornire una completa e matura panoramica degli argomenti trattati nel corso.

Metodi di giudizio:

- Esame orale finale
- Esame scritto finale

Ultimo aggiornamento 17/05/2021 23:09