



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## SYLLABUS DEL CORSO

### Chimica Organica II

2627-2-E2703Q010-E2703Q01001

---

#### Obiettivi

Insegnamento dei concetti principali della chimica organica aromatica (carbociclica ed eteroaromatica): descrizione, sintesi e reattività.

#### Conoscenze e capacità di comprensione

Al termine del corso lo studente conosce:

- Il concetto di aromaticità e i principali approcci scientifici
- Le principali classi di sostanze aromatiche ed eteroaromatiche
- Le principali proprietà strutturali, chimiche ed elettroniche delle sostanze aromatiche ed eteroaromatiche
- La reattività principale delle sostanze aromatiche ed eteroaromatiche
- I metodi di sintesi principali delle sostanze aromatiche ed eteroaromatiche

#### Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Al termine del corso lo studente è capace di:

- Riconoscere ed interpretare le principali proprietà delle sostanze aromatiche ed eteroaromatiche
- Sintetizzare e applicare le principali reazioni delle sostanze aromatiche ed eteroaromatiche

#### Autonomia di giudizio

Al termine del corso lo studente è in grado di:

- Selezionare le principali classi di sostanze aromatiche ed eteroaromatiche in base al loro utilizzo e proprietà
- Selezionare le principali reazioni e sintesi delle sostanze aromatiche ed eteroaromatiche in base ai prodotti da ottenere

### **Abilità comunicative**

Saper descrivere per iscritto in modo chiaro e sintetico ed esporre oralmente con proprietà di linguaggio i concetti principali di aromaticità e le proprietà e la reattività delle sostanze aromatiche ed eteroaromatiche

### **Capacità di apprendimento**

Essere in grado di applicare le conoscenze acquisite a classi e composti differenti di sostanze organiche aromatiche ed eteroaromatiche, anche in contesti differenti da quelli presentati durante il corso. Essere in grado di estendere in maniera autonoma le conoscenze tramite lo studio e l'analisi di testi avanzati di Chimica Organica, della letteratura scientifica di settore, di brevetti e di report scientifico-tecnici.

### **Contenuti sintetici**

Orbitali molecolari. Metodo di Huckel. Aromaticità. Composti aromatici mono e policiclici ed eteroaromatici: proprietà, sintesi e reattività

### **Programma esteso**

Approfondimento dei concetti di base esposti nel corso di Chimica Organica 1. Si pone a livello intermedio, contribuendo a fornire la preparazione di base ritenuta necessaria per un laureato di I livello.

Principali argomenti.

a) Sistemi aromatici carbociclici mononucleari (34 ore). Orbitali molecolari e metodo di Huckel (HMO). Benzene: aromaticità, risonanza, energia di risonanza e delocalizzazione. Regola di Huckel. Definizione di aromaticità. Nomenclatura. Reazioni in catena laterale. Riduzioni ed ossidazioni. Reazioni di sostituzione elettrofila aromatica sul benzene e derivati del benzene. Effetto dei sostituenti e teoria dell'orientamento. Nitroderivati. Ammine aromatiche: sintesi e reattività. Sali di diazonio: preparazione, reattività ed utilità sintetica. Acidi arilsolfonici: meccanismo della solfonazione e utilità sintetica. Alogenoderivati aromatici: sintesi. Sostituzione nucleofila aromatica. Reazioni di cross-coupling catalizzate da metalli di transizione. Fenoli ed eteri fenolici. Sintesi di Kolbe, reazioni con formaldeide, di Reimer-Tiemann, di copulazione. Chinoni: sintesi e reattività, equilibri di ossidoriduzione.

b) Sistemi aromatici carbociclici polinucleari (2 ore). Bifenili. Naftalene: sintesi e reazioni di sostituzione elettrofila. Antracene e fenantrene.

c) Sistemi eteroaromatici (6 ore). Nomenclatura e proprietà principali. Equazione di Klopman-Salem. Reazioni di sostituzione elettrofila attraverso la teoria degli orbitali molecolari. Sistemi pentatomici monoetero: nomenclatura, proprietà, sintesi e reattività. Sistemi esatomici mono e polietero: nomenclatura, proprietà, sintesi e reattività. Sistemi pentatomici di e polietero: cenni di nomenclatura. Derivati naturali e di importanza biologica.

## Prerequisiti

Chimica Generale (I anno). Chimica Organica I (I anno).

## Modalità didattica

17 lezioni da 2 ore e 1 lezione da 1 ora svolte in modalità erogativa in presenza  
3 lezioni da 2 ore e 1 lezione da 1 ora svolte in modalità erogativa da remoto

Numero di ore erogate in remoto (asincrone, senza registrazione). Obiettivo: raggiungimento di un maggior numero di studenti in presenza di lezioni con comunicazioni e contenuti di particolare interesse per tutti gli studenti; erogabili anche in orario pomeridiano-serale per meglio raggiungere l'obiettivo.

## Materiale didattico

P. Y. Bruice, Chimica Organica, Edises

A. Abbotto, N. Manfredi, O. Bettucci, Chimica Organica, Scienza Express, 2025

A. Abbotto, G. Pagani - Chimica Eterociclica, Piccin

## Periodo di erogazione dell'insegnamento

Secondo anno, primo semestre

## Modalità di verifica del profitto e valutazione

L'esame consiste in una **prova orale finale**.

Durante il corso è tuttavia possibile sostenere **prove parziali scritte in itinere**, costituite da domande a **risposta chiusa e aperta**.

In caso di esito positivo delle prove parziali, la **prova orale diventa facoltativa** e potrà essere sostenuta/verbalizzata solo nel primo appello successivo alla conclusione del corso, su richiesta del docente o dello studente.

La **valutazione delle prove parziali** è espressa mediante i seguenti giudizi qualitativi:

- A+ Ottimo
- A Molto buono
- B Buono
- C Discreto
- D Sufficiente
- E Insufficiente (non ammesso alla seconda prova / alla verbalizzazione / alla prova orale)

La **prova orale** consiste in alcune domande a copertura di tutti gli argomenti trattati nel corso e ha una durata di circa un'ora.

Potranno essere richieste anche brevi parti scritte (alla lavagna o su foglio) alla presenza della commissione esaminatrice.

Le prove parziali e l'esame orale sono finalizzati a verificare:

- il livello delle conoscenze acquisite;
- l'autonomia di analisi e di giudizio;
- la capacità espositiva e argomentativa;
- la correttezza e chiarezza nell'esposizione e nella descrizione dei concetti, sia in forma orale che scritta.
- Iscrizione alle prove

**È obbligatoria l'iscrizione alle prove scritte parziali e alle prove orali (anche se facoltative perchè verbalizzanti).**

**Gli studenti non iscritti non saranno ammessi alle prove e il voto non potrà essere verbalizzato.**

**\*\* Viene applicato il seguente grado di giudizio in relazione ai seguenti parametri:\*\***

1. Conoscenza concettuale e capacità di comprensione
2. Capacità di applicare conoscenza e comprensione
3. Capacità comunicative e argomentative
4. Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione

**Votazione 14-17**

**Conoscenza e Comprensione**

Lo studente identifica solo parzialmente le caratteristiche dei concetti che costituiscono il programma dell'insegnamento. Le connessioni tra i concetti risultano frammentarie e scarsamente supportate da conoscenze teoriche.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente individua solo alcuni elementi rilevanti in un fenomeno, senza riuscire a integrarli in un'analisi organica.

**Capacità comunicative e argomentative**

Nella prova orale lo studente elabora un'argomentazione essenziale, priva di articolazione logica e caratterizzata da numerose imprecisioni espositive.

**Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione**

Lo studente riesce a ricostruire solo alcuni aspetti del proprio percorso di apprendimento e sviluppo professionale.

**Votazione 18-22**

**Conoscenza e Comprensione**

Lo studente riconosce e restituisce la maggior parte delle caratteristiche concettuali che costituiscono il programma dell'insegnamento e riesce a fornirne una spiegazione relativamente coerente, sebbene con qualche imprecisione. I riferimenti teorici sono presenti ma non sempre in modo rigoroso.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente è in grado di riconoscere un numero significativo di elementi e di fornire una spiegazione parziale, pur evidenziando alcune lacune nell'analisi.

**Capacità comunicative e argomentative**

Nella prova orale lo studente costruisce un'argomentazione di base, dotata di una struttura minima ma con alcune imprecisioni.

**Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione**

Lo studente dimostra una consapevolezza di base del proprio percorso di apprendimento, riuscendo a tracciare collegamenti essenziali tra le parti di apprendimento, sebbene con alcune imprecisioni.

#### Votazione 23-27

##### Conoscenza e Comprensione

Lo studente dimostra una comprensione approfondita delle caratteristiche concettuali che costituiscono il programma dell'insegnamento. Nella prova orale le spiegazioni risultano ben articolate e supportate da un uso adeguato dei riferimenti teorici.

##### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente individua con precisione gli elementi essenziali di un fenomeno e/o di un concetto. L'applicazione delle conoscenze avviene con un rigore metodologico non sempre solido.

##### Capacità comunicative e argomentative

Nella prova orale lo studente sviluppa un'argomentazione coerente e ben organizzata, dimostrando una buona padronanza del linguaggio e una struttura logico-argomentativa solida. La comunicazione risulta chiara ed efficace.

##### Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione

Lo studente analizza il proprio percorso di apprendimento in modo chiaro e strutturato, mettendo in evidenza relazioni significative tra le diverse tappe evolutive dell'apprendimento e dimostrando una buona capacità di riflessione critica.

#### Votazione 28-30

##### Conoscenza e Comprensione

Lo studente evidenzia una padronanza completa dei concetti che costituiscono il programma dell'insegnamento, articolando connessioni complesse e fornendo spiegazioni esaustive. I riferimenti teorici sono utilizzati con pertinenza e rigore.

##### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente evidenzia una capacità avanzata di analisi di un fenomeno e/o di un concetto, individuando e interpretando in modo esaustivo tutti gli elementi salienti. L'applicazione delle conoscenze avviene con rigore metodologico, supportato da un'argomentazione solida e articolata.

##### Capacità comunicative e argomentative

Nella prova orale lo studente elabora un'argomentazione solida e articolata, con un impianto logico rigoroso e un elevato livello di coerenza testuale. Il discorso è fluido e ben strutturato.

##### Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione

Lo studente evidenzia una capacità avanzata di autoriflessione, elaborando un'analisi articolata e approfondita del proprio percorso di apprendimento e sviluppo professionale. Le connessioni tra le tappe evolutive dell'apprendimento e concetti teorici risultano chiare, coerenti e rigorose.

**Al fine di attuare una valutazione trasparente**, sono qui riportati i criteri adottati per la valutazione della prova d'esame.

Prova orale: domande su almeno due concetti principali coperti dall'insegnamento e richieste di approfondimento di alcuni concetti affrontati nel corso della prova e conoscenza di concetti collegati.

La valutazione finale è in trentesimi.

#### Statistiche

Dati raccolti a partire dall'a.a. 2005-06

Media delle votazioni della prova finale: 25/30

## **Orario di ricevimento**

Tutti i giorni su prenotazione tramite e-mail

## **Sustainable Development Goals**

ISTRUZIONE DI QUALITÀ

---