

SCHEDA D'INSEGNAMENTO A.A. 2022/2023

60795 - CHIMICA ORGANICA (FAR) (LM) Prof. Omar Ginoble Pandoli

PRESENTAZIONE

Lo studio della chimica organica è l'occasione per affacciarsi ad una scienza eccitante e vitale per la vita quotidiana. Le fondamenta di questa disciplina creano le basi per gli studi avanzati nell'ambito delle scienze mediche, biologiche, chimiche e dei materiali. Inoltre l'uso di tali conoscenze permette di comprendere alcune tecnologie moderne di uso quotidiano. Attraverso il riconoscimento dei gruppi funzionali, il disegno tridimensionale delle strutture molecolari e l'interpretazione dei processi meccanicistici delle reazioni, lo studente potrà ottenere una formazione teorica utile ad affrontare e superare con profitto gli insegnamenti teorico-pratici successivi, quali chimica farmaceutica, biochimica, analisi dei farmaci, laboratorio di chimica organica, ecc. Tale formazione ha inoltre lo scopo di fornire agli studenti gli elementi di base della chimica organica necessari allo sviluppo di competenze professionali da impegnare nelle attività lavorative che il futuro laureato in farmacia si prefigura.

OBIETTIVI FORMATIVI

Alla base dell'apprendimento di qualsiasi disciplina scientifica ci sono la comprensione e il ragionamento. La padronanza della chimica organica richiede la comprensione profonda di alcuni principi fondamentali e l'abilità di usare tali principi per analizzare, classificare e fare previsioni.

Il programma ha l'obiettivo di far comprendere le relazioni tra struttura e reattività dei principali gruppi funzionali, dei sistemi aromatici ed eteroaromatici.

Gli alunni dovranno comprendere i principi fondamentali della chiralità dei composti organici e l'importanza di tale principio nei sistemi biologici, così come nella sintesi di sostanze chirali farmacologicamente attive. Lo studio meccanicistico delle reazioni per la sintesi di molecole modello permetterà allo studente di ragionare e collegare la reattività dei gruppi funzionali alle strutture tridimensionali dei composti che ne derivano evitando allo studente di memorizzare liste di reazioni scollegate tra loro. Lo studente dovrà sviluppare abilità nella progettazione di una sintesi multistadio utilizzando strategie sintetiche acquisite per la risoluzione dei problemi.

OBIETTIVI FORMATIVI (DETTAGLIO) E RISULTATI DI APPRENDIMENTO

Gli studenti verranno indirizzati allo studio della chimica organica per poter ottenere una serie di competenze e abilità utili al completamento di una formazione scientifica che renderà loro capaci di saper analizzare, classificare, spiegare e predire. Gli alunni dovranno conoscere le teorie fondamentali per poter, col ragionamento, risolvere problemi di chimica organica. Dovranno saper argomentare teorie e padroneggiare competenze pratiche, complementari tra loro, per poter ottenere risultati misurabili durante le prove scritte e orali. Gli indicatori per determinare i risultati di apprendimento sono:

1. Uso della tavola periodica per la costruzione della configurazione elettronica di un atomo;
2. Padronanza nell'interpretare teorie atomistiche e molecolari per comprendere la forza e la natura del legame chimico;
3. Uso di modelli molecolari per la determinazione di geometrie e reattività delle molecole;
4. Dominare i concetti fondamentali della stereochimica;
5. Saper visualizzare e orientare nello spazio i sostituenti in una molecola così come saper disegnare l'interconversione delle rappresentazioni strutturali durante una reazione multistadio;

6. Classificare la reattività dei composti organici e dei gruppi funzionali all'interno di una molecola;
7. Riconoscere la natura e la forza acida o basica di un determinato composto attribuendo la posizione di un equilibrio acido-base;
8. Riconoscere la elettrofilicità, nucleofilicità e propensione all'uscita di un determinato atomo o gruppo funzionale;
9. Determinare la stabilità relativa di carbocationi e radicali per comprendere lo stato di avanzamento di una reazione per uno specifico meccanismo;
10. Predire se una reazione avviene, oppure no, e con quale meccanismo;
11. Disegnare correttamente le frecce curve per rappresentare il flusso degli elettroni di una reazione ionica e in processi radicalici;
12. Saper rappresentare le strutture limite di risonanza;
13. Usare strategie sintetiche e retrosintetiche per la progettazione di farmaci e molecole;
14. Comprendere le connessioni tra le reazioni organiche studiate e quelle che avvengono in natura e in biologia cellulare.

PREREQUISITI

Aver superato l'esame di chimica generale e inorganica.

PROGRAMMA/CONTENUTO

1. Elementi di chimica generale: struttura elettronica e legame

Struttura dell'atomo e distribuzione degli elettroni nell'atomo. Legami covalenti (polari e apolari). Rappresentazioni della struttura di un composto. Orbitali atomici e molecolari. Teoria del legame di valenza, modello VSEPR e teoria degli orbitali molecolari (TOM). Ibridazione del carbonio e formazione di legami singoli, doppi e tripli. Ibridazione di altri atomi (B, O, N) e relative geometrie molecolari. Momento dipolare di un legame e momento di dipolo di una molecola.

2. Acidi e basi: concetti fondamentali nella chimica organica

Acidi e basi organiche. Definizione di K_a e pK_a . Prevedere la posizione di un equilibrio acido-base via pK_a . Fattori che influenzano la forza di un acido e il suo pK_a . Teorie acido-base di Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis. Utilizzo delle frecce curve per la rappresentazione del flusso degli elettroni coinvolti in una reazione acido-base.

3. Introduzione ai composti organici: nomenclatura, proprietà fisiche e struttura

Nomenclatura di alcani e cicloalcani, alcoli e eteri, alogenuri alchilici e ammine. Rotazione attorno al legame singolo sigma (C-C). Analisi conformazionale degli alcani e dei suoi rotameri. Proiezione di Newman degli isomeri conformazionali di un alcano lineare. Tensione d'anello dei cicloalcani. Analisi conformazione del cicloesano. Conformeri di cicloesani, mono-, di- e trisostituiti. Isomerismo cis-trans dei cicloalcani. Cicloesani condensati nella decalina e ormoni steroidei.

4. Isomeri: la disposizione degli atomi nello spazio

Isomeri costituzionali e stereoisomeri. Isomerismo cis-trans e E/Z in composti con doppi legami. Concetto di chiralità. Molecole chirali con centro asimmetrico (centro stereogenico). Rappresentazione di enantiomeri e descrittori R,S per i carboni chirali. Proiezione di Fischer. Origine dell'attività ottica dei composti chirali. Potere ottico rotatorio. Molecole con più centri chirali (diastereoisomeri e composti meso). Separazione degli enantiomeri (miscela racema).

5. Alcheni: struttura, nomenclatura e introduzione alla reattività

Reattività degli alcheni e uso delle frecce curve. Meccanismo di una reazione tra un nucleofilo e un elettrofilo. Termodinamica e cinetica di una reazione.

6. Le reazioni degli alcheni

Addizione di acqua e acidi alogenidrici agli alcheni. Stabilità dei carbocationi. Trasposizione dei carbocationi. Regioselettività delle reazioni di addizione elettrofila (Regola di Markovnikov) e addizione radicalica (anti-Markovnikov). Idroborazione-ossidazione degli alcheni. Addizione di alogeni agli alcheni. Addizione di un perossiacido agli alcheni (epossidazione). Addizione di ozono agli alcheni (ozonolisi). Stereochimica delle reazioni di addizione agli alcheni: reazione regioselettiva, stereoselettiva o stereospecifica.

7. Le reazioni degli alchini

Nomenclatura, struttura e reattività degli alchini. Addizioni elettrofile agli alchini: introduzione alla tautomeria cheto-enolica. Idrogenazione catalitica di alcheni e sua stereochimica. Acidità degli alchini. Uso degli ioni acetiluro nella sintesi organica.

8. Delocalizzazione elettronica e suo effetto su stabilità, pK_a e prodotti di una reazione

I legami del benzene, strutture limite di risonanza e ibrido di risonanza. Predire la stabilità delle strutture di risonanza. Stabilità dei dieni, dei cationi allilici e benzilici. Effetto della delocalizzazione elettronica sul pK_a . Donazione elettronica per risonanza in un anello benzenico sostituito. Attrazione elettronica per risonanza dall'anello benzenico sostituito. Addizione elettrofila 1,2 ed 1,4 ai dieni coniugati.

Criteri di aromaticità e Regola di Hückel. Aromaticità secondo la teoria degli orbitali molecolari (regola di Frost). Composti eterociclici aromatici.

9. Reazioni di sostituzione ed eliminazione degli alogenuri alchilici

Meccanismo di una reazione di sostituzione nucleofila bimolecolare (S_N2) e monomolecolare (S_N1). Fattori che influenzano le reazioni S_N2 e S_N1 . Reazioni di eliminazione degli alogenuri alchilici (E2 e E1). Stereochimica e competizioni tra le reazioni S_N2 , S_N1 , E2 e E1.

10. Reazioni di alcoli, eteri, epossidi, e ammine

Reazioni di sostituzione nucleofila degli alcoli. Reazione di eliminazione (E1 e E2) degli alcoli (disidratazione). Stereochimica della reazione di disidratazione. Ossidazione degli alcoli. Reazioni di sostituzione nucleofila degli eteri e degli epossidi. Formazione di dioli cis e trans. Reazione di eliminazione di Hofmann di uno ione ammonio quaternario.

11. Composti organometallici

Preparazione di composti organo litio, organomagnesio e organocuprati. Reazioni di accoppiamento catalizzate da palladio (reazione di Suzuki).

12. Radicali

Stabilità relative dei radicali. Alogenazione radicalica degli alcani (clorurazione e bromurazione). Reazione di addizione radicalica degli alcheni (addizione anti-markonikov). Reazioni radicaliche in sistemi biologici e inibitori radicalici naturali.

13. Reazioni degli acidi carbossilici e dei derivati degli acidi carbossilici

Struttura, proprietà fisiche e reattività dei derivati degli acidi carbossilici (cloruro acilico, anidride, estere e ammid).

14. Reazioni delle aldeidi e dei chetoni

Reattività dei composti carbonilici. Addizione di nucleofili forti e deboli al carbonio carbonilico. Formazione di immine ed enammine. Formazione di acetali e emiacetali come gruppi protettori del gruppo carbonilico. Reazione di Wittig. Addizione nucleofila ad aldeidi e chetoni α,β -insaturi in presenza di nucleofili deboli (addizione-1,4 coniugata) e forti (addizione-1,2 diretta).

15. Reazioni al carbonio alfa

Acidità dell'idrogeno α di derivati carbonilici. Tautomeria cheto-enolica. Alogenazione del carbonio α di aldeidi e chetoni. Formazione dello ione enolato cinetico e termodinamico. Alchilazione del carbonio α base catalizzata. **Reazione di Stork.** **Addizione aldolica per la formazione di una β -idrossialdeide o un β -idrossichetone.** **Addizione aldolica incrociata.** **Condensazione di Claisen.** **Sintesi malonica e sintesi acetoacetica.** **Condensazione aldolica e condensazione di Claisen in sistemi biologici.**

16. Reazioni del benzene e dei benzeni sostituiti

Nomenclatura dei benzeni mono sostituiti. Reazioni di sostituzione elettrofila aromatica (SEAr): alogenazione, nitratura, solfonazione, acilazione e alchilazione di Friedel-Crafts). Trasformazioni chimiche dei sostituenti sull'anello benzenico. Effetto dei sostituenti sulla reattività di un anello benzenico. Effetto dei sostituenti sull'orientamento di una SEAr.

17. Composti eterociclici aromatici pentatomici ed esatomici.

Aromaticità del pirrolo, furano, tiofene e piridina. Ammine eterocicliche di importanza biologica: istidina, istamina, porfirina, purine e pirimidine. Sintesi di Hantzsch della piridina. Sostituzioni elettrofile aromatiche su pirrolo, tiofene, furano e piridina. Reazione di Vilsmeier. Piridina N-ossido. Reazione di Chichibabin.

18. La chimica organica dei carboidrati

Classificazione dei carboidrati: aldosi e chetosi. Annotazione D e L per descrivere la configurazione dei carboidrati. Zuccheri piranosici (cicli a sei termini) e zuccheri furanosici (cicli a 5 termini). Carbonio anomero del glucosio e le strutture emiacetaliche dell' α -D-glucosio e β -D-glucosio. Conformazione a sedia del D-glucosio.

19. Amminoacidi

Configurazione degli amminoacidi. Metodi di sintesi degli amminoacidi: Reazione di Hell-Volhard-Zelinski e sintesi di Strecker.

MODALITÀ DIDATTICHE

L'insegnamento prevede 3 lezioni frontali settimanali di 2 ore ciascuna durante le quali vengono trasmesse agli studenti tutte le nozioni inerenti il programma dell'insegnamento di chimica organica.

Materiali didattici di supporto alle lezioni (presentazioni, esercizi e articoli di approfondimento) vengono forniti agli studenti attraverso la piattaforma aulaweb. Vengono consigliati testi fondamentali per lo studio della teoria e per lo svolgimento degli esercizi. Parte della lezione viene comunque svolta alla lavagna, mediante supporti digitali e con modelli molecolari per educare lo studente al disegno bi- e tridimensionale delle molecole e allo svolgimento di reazioni chimiche con il relativo meccanismo. Per affrontare lezioni frontali di forma dinamica si richiede la partecipazione attiva degli studenti nel rispondere a domande ed eseguire esercitazioni singolarmente o in gruppo. Quiz ed esercizi saranno disponibili sulla piattaforma aulaweb per mantenere aggiornato

lo studio che permette un proficuo accompagnamento delle lezione durante tutto il periodo dell'insegnamento della chimica organica.

Suggerimenti su come studiare: 1) mantenere aggiornato lo studio degli argomenti settimanali, non lasciare mai che si accumulino; 2) studiare il materiale in piccole unità didattiche e assicurarsi di aver compreso ogni nuova sezione prima di passare alla successiva; 3) risolvere tutti i problemi del capitolo; 4) scrivere durante lo studio su di un quaderno di teoria ed esercizi; 5) imparare insegnando e spiegando (studiare meglio in gruppo); 6) utilizzare modelli molecolari durante lo studio.

TESTI/BIBLIOGRAFIA

- P. Y. Bruice, CHIMICA ORGANICA, Ed. EdiSES
- Brown, CHIMICA ORGANICA, Ed. EdiSES
- J. McMurry, CHIMICA ORGANICA, Ed. Piccin
- R. T. Morrison, R. N. Boyd "CHIMICA ORGANICA" (Casa Editrice Ambrosiana)
- M. Loubon "CHIMICA ORGANICA" (EdiSES)
- Botta et all, CHIMICA ORGANICA, Ed. Edi-Ermes
- Solomons Fryhle, CHIMICA ORGANICA, Ed. Zanichelli
- Fessenden & Fessenden, CHIMICA ORGANICA, Ed. Piccin

INIZIO LEZIONI

Fine settembre: primo giorno utile secondo il calendario didattico, salvo imprevisti.

Modalità d' esame

La prova d'esame è scritta e includerà domande puramente teoriche o esercizi di chimica organica . Dopo la correzione gli alunni saranno informati del punteggio ottenuto e gli stessi potranno chiedere spiegazioni. Coloro che avranno ottenuto la sufficienza procederanno alla prova orale

Modalità di accertamento

L'accertamento degli apprendimenti disciplinari si effettua mediante verifiche in itinere nel corso dell'attività didattica, e a conclusione di ogni percorso didattico.

Gli strumenti di controllo che accompagnano il processo d'insegnamento-apprendimento, sono finalizzati all'accertamento dei livelli di conoscenze, capacità e competenze raggiunte dagli alunni.

I Semestre (15 settimane) 6 ore/settimana= 90 ore lezioni	Sospensione Lezioni (6 sett)	II semestre (14 settimane)
26 settembre 2022 20 gennaio 2023	Sessione invernale 21 gennaio 2023 3 marzo 2023	6 marzo 2023 16 giugno 2023
Sospensione Natalizia (I sem.)	Sessione estiva-autunnale 17 giugno 2023 20 settembre 2023	Sospensione Pasquale (II sem.)
Dal 23/12/2022 al 06/01/2023		Dal 05/04/2022 al 14/04/2023

Dal 26/09/2022 al 22/12/2022 (13 settimane x 6 ore= 78 ore)

Dal 09/01/2023 al 19/01/2023 (02 settimane x 6 ore= 12 ore)

Totali 90 ore di lezioni frontali durante le 15 settimane del I semestre

CALENDARIO ESAMI

Sessione Invernale

23/01/2023

20/02/2023

Sessione Estiva

19/06/2023

10/07/2023

Sessione Autunnale

04/09/2023

18/09/2023