UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Chimica Organica I

2021-1-E2702Q085

Obiettivi

L'insegnamento fornisce agli studenti i principi di base della chimica organica: la nomenclatura delle principali classi di composti organici, la loro struttura, la stereochimica, la reattività. Il corso è il primo di un percorso didattico omogeneo composto dai corsi di Chimica Organica 1, 2 e 3 e di Chimica Organica Superiore.

Gli obiettivi dell'insegnamento sono i seguenti:

CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE

Al termine di questa attività formativa, lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di conoscere i principi base della chimica organica in termini di nomenclatura dei composti, stereochimica, reattività fondamentale. Per raggiungere un buon livello di conoscenza di base, durante le lezioni frontali e durante le esercitazioni, sono previsti molti esempi ed esercizi con il fine di far acquisire allo studente una certa dimestichezza con i composti organici, con i meccanismi di reazioni scritti graficamente, con le simbologie grafiche adottate per la reattività e la risonanza (frecce per lo spostamento di una coppia di elettroni). Lo studio della nomenclatura e della stereochimica sarà basato su una serie di riferimenti a molecole della vita di tutti i giorni che ne rendano più facile e stimolante la comprensione (molecole naturali presenti negli alimenti, nelle piante, molecole di sintesi presenti nei vari prodotti inclusi i farmaci). La capacità dello studente di comprendere il decorso di una certa reazione chimica sarà invece stimolata ed indotta dal ragionamento sulla natura “push-pull” degli spostamenti delle coppie di elettroni e conseguenti arrangiamenti di legami con formazione dei prodotti. La conoscenza intima delle regole di base di questi meccanismi rende lo studente autonomo da uno studio puramente mnemonico della materia e lo rende capace di sviluppare correttamente, anche in sede di esame, meccanismi e prodotti di reazioni nuove.

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE

Al termine di questa attività formativa, lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di:

1 scrivere la nomenclatura IUPAC di un composto organico a partire dalla sua struttura e viceversa, incluse le notazioni di stereochimica

2 Scrivere le conformazioni a minore energia e ragionare sull'energia conformazionale delle molecole organiche presentate durante il corso

3 scrivere il meccanismo di una reazione, immaginare i prodotti di una reazione non ancora studiata

4 orientarsi nella conoscenza degli orbitali molecolari e del loro ruolo nella reattività chimica

5 utilizzare le reazioni fondamentali apprese durante il corso come strumenti per comprendere la reattività più avanzata presentata nei corsi successivi di: Chimica Organica 2 e 3, Chimica Organica Superiore.

AUTONOMIA DI GIUDIZIO

Al termine di questa attività formativa, lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di analizzare criticamente il decorso di una reazione chimica ed il suo meccanismo, anche se la reazione non è stata presentata specificamente nel corso. Il docente ed il docente delle esercitazioni stimolano la discussione critica su una serie di argomenti tramite esercizi.

CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO

Risultati attesi:

Saper risolvere esercizi di reattività generale, conoscenza di tutte le classi di composti organici più importanti e delle reazioni fondamentali, meccanismi di reazione, discutere la prevalenza di un meccanismo rispetto all'altro (termodinamica: sostituzione su eliminazione, cinetica: meccanismo monomolecolare su bimolecolare).

Contenuti sintetici

La struttura delle molecole organiche; nomenclatura, stereochimica, isomeri conformazionali, orbitali molecolari, le classi principali di composti organici con riferimento a molecole naturali (amminoacidi, proteine e peptidi, zuccheri e polisaccaridi, lipidi, nucleotidi ed acidi nucleici, terpeni, metaboliti secondari delle piante), molecole sintetiche della vita di tutti i giorni (molecole nei cibi, nelle piante, nei farmaci, nei cosmetici, nei prodotti commerciali).

La reattività: meccanismi e reazioni. Termodinamica e cinetica di una reazione tra composti organici.

Le reazioni principali della chimica organica per classi di composti, la formazione del legame carbonio-carbonio, le condensazioni principali, cenno all'uso di composti organometallici nella sintesi organica, cenni alle strategie sintetiche.

Programma esteso

Aspetti generali della chimica organica.

Atomi che interessano la Chimica Organica e loro corredo elettronico. Ibridazioni degli atomi di carbonio. Orbitali molecolari, orbitali ibridi. Rappresentazione di una struttura. Delocalizzazione degli orbitali molecolari, risonanza, aromaticità. Legame polarizzato e momenti dipolari. Forze intermolecolari.

Fondamenti di reattività chimica.

Simbologia e definizioni. Richiami sulla termodinamica e sulla cinetica delle reazioni. Coordinate di reazione, energia di attivazione, stato di transizione, intermedi di reazione. Meccanismi di reazione, elettrofili, nucleofili, radicali.

Alcani e ciclo alcani.

Definizione, struttura, isomeria, nomenclatura. Conformazioni di alcani e cicloalcani. Reattività degli alcani, ossidazione, alogenazione. Le reazioni radicaliche.

Stereoisomeria.

Stereoisomeria e criteri per la sua esistenza. Il centro stereogenico. Enantiomeri. Diastereoisomeri. La configurazione e i suoi descrittori R e S. Mesoforme. L'asse stereogenico. Stereoisomeri cis e trans, E e Z.

Alcheni.

Struttura, nomenclatura, proprietà fisiche. Addizione di elettrofili al doppio legame. Il carbocatione, ordine di stabilità, somma di nucleofili, trasposizione, eliminazione. Addizioni radicaliche. Addizioni concertate, epossidazione, idrogenazione catalitica,

Alchini.

Struttura, nomenclatura, proprietà fisiche. Acidità degli alchini terminali. Reazioni di addizione di elettrofili. Idratazione e tautomeria. Idrogenazione

Alogenuri alchilici.

Struttura, nomenclatura, proprietà fisiche. Reazioni di sostituzione nucleofila e di eliminazione. Meccanismi mono e bimolecolari.

Alcoli e tioli.

Struttura, nomenclatura, proprietà fisiche Acidità. Reazioni di sostituzione nucleofila ed eliminazione. Formazione di esteri ed eteri. Ossidazioni. Tioli e tioeteri. Fenoli.

Eteri.

Struttura, nomenclatura, proprietà fisiche e reattività.

Epossidi.

Struttura, nomenclatura, proprietà fisiche e reattività.

Ammine.

Struttura, nomenclatura, proprietà fisiche. Basicità e carattere nucleofilo. Preparazione delle ammine. Eliminazione di Hofmann e di Cope. Sali di diazonio.

Aldeidi e chetoni.

Struttura e proprietà del gruppo carbonilico. Nomenclatura e proprietà fisiche.

Reazioni di addizione di nucleofili forti e addizioni catalizzate da acidi. Addizione di nucleofili al carbonio: cianuro, composti organometallici, acetiluri, reattivi di Wittig. Addizione di acqua, di alcoli, di tioli, di ammoniaca, ammine e derivati dell'ammoniaca. Tautomeria. Reazione aldolica. Reazioni di ossidazione, Bayer-Villiger. Reazioni di riduzione ad alcoli e a idrocarburi.

Acidi carbossilici e loro derivati.

Struttura, nomenclatura, proprietà fisiche degli acidi carbossilici. Acidità. Influenza della struttura sul pKa. Reattività di acidi carbossilici, cloruri degli acidi, anidridi, esteri, tioesteri, ammidi, nitrili, incluso riduzione e reazione con composti organometallici.

Alogenazione in ?. Condensazione di Claisen. Sintesi acetacetica. Sintesi malonica.

Sistemi coniugati.

Cenno sulla reattività di dieni coniugati e composti carbonilici ?,?-insaturi.

Composti polifunzionali.

Reazioni intramolecolari, concetto di protezione e di attivazione.

Formazione del legame C-C, composti organometallici e strategie sintetiche

Reazioni che permettono la formazione del legame C-C, la sintesi organica. Principali composti organometallici e loro reattività

Biomolecole.

Carboidrati: struttura dei monosaccaridi, serie sterica D e L, forme cicliche, anomeri a e b, il legame glicosidico, disaccaridi, polisaccaridi. Amminoacidi: struttura, comportamento al variare del pH. Il legame peptidico. Sintesi peptidica. Acidi nucleici: struttura e complementarietà delle basi. Lipidi: acidi grassi, trigliceridi, glico- e fosfolipidi, terpeni, steroidi

Molecole organiche nella vita di tutti i giorni

Si vedranno durante il corso una serie di esempi di molecole sintetiche e naturali che hanno un ruolo fondamentale nei cibi, nei farmaci, nei prodotti commerciali.

Prerequisiti

Una buona conoscenza dei principi di chimica generale ed inorganica, in particolare: proprietà atomiche, legame covalente, teoria degli orbitali atomici e molecolari, concetto di acido e base (Broenstred, Lewis), i sali, le reazioni redox, i numeri di ossidazione, concetti base di termodinamica e cinetica, legami supramolecolari (legame ad idrogeno, interazioni dipolo-dipolo, forze di van Der Waals).

Modalità didattica

Se persiste emergenza COVID la modalità sarà mista: parziale presenza e lezioni videoregistrate sincrone.

In assenza di emergenza COVID: lezioni in classe (F. Peri), esercitazioni in classe (M. Sassi), tutoraggio su richiesta (F. Peri e M. Sassi).

Il materiale didattico sarà comunque disponibile online su piattaforma Moodle: lucidi delle lezioni, esercizi. Uso di piattaforme di esercizi online, con correzione da parte dei docenti.

Materiale didattico

Libri di testo: tutti i libri di chimica organica 1 possono in principio andare bene, per esempio:

P. Bruice, Chimica Organica

Brown, Iverson, Anslyn, Foote, Novak, Chimica Organica

Sono molto importanti i modellini molecolari che si possono trovare con i libri di testo o acquistare separatamente

Su piattaforma Moodle saranno presenti le slides delle lezioni, le registrazioni delle lezioni, ed articoli di approfondimento per chi lo desidera.

Inoltre saranno presenti esercizi e sarà istituito un forum per la correzione degli esercizi ed il tutoraggio online.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

secondo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Esame scritto (o due compitini in corso d’anno) + orale.

Esame scritto: domande a risposta multipla e 1-2 domande a risposta aperta.

Due compiti in corso d’anno, stessa modalità dello scritto, che possono sostituire lo scritto se l’esito di entrambi è positivo.

Esame orale con verifica delle conoscenze di base e della capacità di utilizzare i concetti base in ragionamenti su reattività e meccanismi di reazioni organiche.

Attenzione: l'esame orale finale ha un peso determinante nella composizione del voto finale, lo scritto ed i compitini in corso d'anno forniscono ai docenti una indicazione importante ma non determinante sulla preparazione e l'assiduità dello studente

Orario di ricevimento

L’orario di ricevimento di docente (F. Peri) ed esercitatore (M. Sassi) sarà comunicato la prima lezione del corso