

# BIOTECNOLOGIE (LB01)

(Lecce - Università degli Studi)

## Insegnamento CHIMICA ORGANICA

GenCod A002164

**Docente titolare** Pasquale STANO

**Insegnamento** CHIMICA ORGANICA

**Insegnamento in inglese** ORGANIC CHEMISTRY

**Settore disciplinare** CHIM/06

**Corso di studi di riferimento** BIOTECNOLOGIE

**Tipo corso di studi** Laurea

**Crediti** 8.0

**Ripartizione oraria** Ore Attività frontale: 66.0

**Per immatricolati nel** 2019/2020

**Erogato nel** 2019/2020

**Anno di corso** 1

**Lingua** ITALIANO

**Percorso** PERCORSO GENERICO/COMUNE

**Sede** Lecce

**Periodo** Secondo Semestre

**Tipo esame** Scritto e Orale Separati

**Valutazione** Voto Finale

**Orario dell'insegnamento**

<https://easyroom.unisalento.it/Orario>

## BREVE DESCRIZIONE DEL CORSO

Il programma ricalca la trattazione degli argomenti di chimica organica presenti su ogni libro di testo: Atomi e Molecole, Orbitali e loro ruolo nel legame covalente, Isomeria di struttura, nomenclatura, Alcani, Alcheni, Alchini, Dieni, Benzene e composti aromatici, Fenoli, Alcoli, Tioli, Eteri, Alogenuri alchilici, Aldeidi e Chetoni, Emiacetali e Acetali, Acidi carbossilici e Derivati degli Acidi carbossilici, Ammine, Carboidrati, Lipidi, Amminoacidi e peptidi.

Ulteriori informazioni (vedi link)

## PREREQUISITI

Per un proficuo apprendimento della didattica erogata sono necessarie le seguenti nozioni: Chimica generale: atomi e molecole, struttura dell'atomo, protoni, neutroni ed elettroni, elettrostatica elementare, orbitali atomici, orbitali ibridi, configurazioni elettroniche, elettronegatività, andamento dell'elettronegatività nella tavola periodica, legami ionici e legami covalenti. Concetto di molecola, struttura e rappresentazione delle molecole (formule di Lewis), concetto di equilibrio chimico e costante di equilibrio, costanti di acidità (e pKa), scala logaritmica dell'acidità (pH), acidi e basi. Matematica: logaritmi e scale logaritmiche. Fisica: temperatura, energia, calore, energia cinetica.

---

## OBIETTIVI FORMATIVI

Gli **obiettivi formativi** prevedono che lo studente, al termine del corso, conosca e sappia applicare a casi pratici le seguenti tre importanti nozioni di chimica organica:

1. formalismo delle frecce curve,
2. stereochimica,
3. principali gruppi funzionali e loro reattività generale.

Sono considerati altresì molto importanti concetti quali la conoscenza dell'acidità di Brønsted-Lowry e di Lewis, delle reazioni organiche di ossidoriduzione, e della relazione tra struttura molecolare e proprietà chimico-fisiche. Queste conoscenze devono essere applicate ad esempi concreti.

### **Obiettivi formativi**

#### *Conoscenze e comprensione*

Lo studente ha appreso i contenuti del corso, con particolare riferimento a quanto evidenziato sopra, comprendendoli in modo razionale (non mnemonico); è in grado di distinguere le proprietà chimiche dei composti organici sulla base della struttura; conosce la differenza di proprietà e reattività; conosce quali parametri strutturali determinano il comportamento chimico di una sostanza; comprende a fondo la natura delle trasformazioni chimiche (acido-base, redox, addizioni, eliminazioni, sostituzioni, radicaliche, etc.)

#### *Capacità di applicare conoscenze e comprensione*

Lo studente applica le conoscenze di cui al punto (a) a reali esempi, nel caso dei più comuni e semplici composti organici. In particolare riconosce e applica il concetto di stereochimica a qualsivoglia molecola, è in grado di distinguere enantiomeri, diastereoisomeri, è in grado di prevedere l'esito di semplici reazioni chimiche, è in grado di applicare le conoscenze riguardo le forze intermolecolari alla predizione della solubilità e delle proprietà fisiche (fusione, ebollizione) delle sostanze. Applica i concetti di pKa alla determinazione della forza degli acidi, ed è in grado di prevedere la posizione di equilibri chimici semplici.

#### *Autonomia di giudizio*

Lo studente è in grado di effettuare confronti tra atomi e molecole sulla base delle loro proprietà (es. tavola periodica, pKa, polarità) in modo autonomo, semplicemente basandosi su concetti base di chimica. E' in grado di prevedere, sulla carta, l'esito di reazioni chimiche e di giudicare quale sia il processo favorito e per quale motivo. d) *Abilità comunicative*: Lo studente conosce il linguaggio proprio della chimica organica; si esprime correttamente utilizzando termini appropriati riferiti alla struttura, proprietà, reattività dei composti organici; è in grado di riconoscere composti organici a partire dalla loro rappresentazione grafica, nonché di trasformare in rappresentazione grafica la struttura di classi di composti.

---

## METODI DIDATTICI

- Lezioni frontali (7 CFU), che includono l'intervento degli studenti per la risoluzione di brevi esercizi, l'uso di modelli molecolari, l'interazione continua docente/studente.
- Esperienze di Laboratorio (1 CFU), in cui gli studenti lavorano in piccoli gruppi (2-3 studenti), interagiscono con il docente, e redigono una breve relazione.

---

## MODALITA' D'ESAME

### MODALITA' DI ESAME IN CONDIZIONI DI EMERGENZA CORONAVIRUS

L'esame si terrà sulla piattaforma Teams. Ulteriori informazioni verranno fornite agli iscritti, mediante e-mail istituzionale (pertanto si suggerisce di controllare frequentemente l'account istituzionale: @studenti.unisalento.it).

### MODALITA' DI ESAME IN CONDIZIONI NORMALI

L'esame mira a verificare che lo studente abbia appreso in modo razionale (non mnemonico) le nozioni di base riguardanti le proprietà chimico-fisiche e la reattività di composti organici, con particolare riguardo a quelle significative per la comprensione dei fenomeni biologici su scala molecolare. Si svolge in due fasi: prova scritta e colloquio.

Prova scritta: è propedeutica alla prova orale, ed ha come obiettivo l'accertamento delle conoscenze acquisite, in particolare quelle fondamentali, relative alla stereochimica, reazioni redox, reazioni acido-base, meccanismi di reazione, principali composti di rilevanza bio-organica.

Prova orale: durante il colloquio saranno valutate in modo più approfondito le conoscenze del candidato, mirando a valutare, soprattutto (1) l'acquisizione di una visione d'insieme della chimica organica; (2) l'acquisizione della consapevolezza che le proprietà chimico-fisiche sono legate alla struttura molecolare; (3) l'acquisizione del linguaggio tecnico specifico della chimica organica; (4) la comprensione del ragionamento chimico in termini di relazione tra struttura, proprietà, reattività. Una breve relazione scritta (max 5 pagine) completa e affianca le esperienze di laboratorio (1 CFU).

---

## ALTRE INFORMAZIONI UTILI

Per ulteriori informazioni, visionare la pagina web personale della didattica

Per ulteriori informazioni, visionare la pagina web personale della didattica

Programma valido dal 1 Giugno 2019 al 31 Maggio 2020

NOTA BENE: il programma è fornito in modo molto dettagliato in modo da poter essere usato anche come materiale didattico/mappa concettuale.

**(A) Chimica Organica Generale:** tavola periodica degli elementi (solo gruppi principali, senza metalli di transizione), struttura elettronica degli atomi (in particolare quelli del primo e secondo periodo), regola dell'ottetto, tipi di legami (ionici/covalenti), teoria VB, teoria VSEPR, strutture di Lewis, carbocationi, carbanioni, radicali. Elettronegatività e polarità dei legami covalenti, momento di dipolo di legame, momento di dipolo molecolare (somma vettoriale dei momenti di dipolo dei legami), cariche formali, numeri di ossidazione, metodo di bilanciamento mediante semi-reazioni redox (0° pre-bilanciare gli atomi che subiscono redox, 1° bilanciare gli elettroni, 2° bilanciare le cariche usando H<sup>+</sup> o OH<sup>-</sup>, 3° bilanciare le masse con H<sub>2</sub>O), risonanza, formule di struttura condensate, formule di struttura tridimensionali (formalismo dei legami a cuneo pieno o tratteggiato, formule di struttura a linee, acidità (secondo Bronsted-Lowry, secondo Lewis, valori tipici di pK<sub>a</sub> dei principali acidi organici al C, all'O, all'N, allo S (vedi tabella fornita dal docente), effetti strutturali sulla acidità: effetti induttivi, mesomerici, elettronegatività, dimensione, ibridizzazione), forze intermolecolari (Van der Waals, legame a idrogeno), nomenclatura tradizionale e IUPAC, conformazione degli alcani e dei cicloalcani (ciclopentano e cicloesano), proiezioni di Newman, tensione torsionale, tensione sterica.

Stereochimica e chiralità, sovrapposibilità dell'immagine speculare, piani di simmetria molecolari, carbonio asimmetrico, nomenclatura di Cahn-Ingold-Prelog R e S della configurazione del carbonio asimmetrico, nomenclatura D/L della gliceraldeide, nomenclatura d,l e nomenclatura (+)/(-), nomenclatura cis/trans e E/Z della stereochimica degli alcheni, nomenclatura cis/trans dei cicloalcani disostituiti, proiezioni di Haworth, nomenclatura eritreo/treo di composti con due carboni chirali, attività ottica - rotazione specifica - polarimetria - purezza ottica - eccesso enantiomerico, miscele racemiche, composti meso, proiezioni di Fischer, diastereoisomeri. Coniugazione, energia di risonanza, aromaticità, cenni alla teoria degli orbitali molecolari (butadiene). Carbocationi, cenni a radicali e carbanioni. Nomenclatura IUPAC, priorità dei gruppi funzionali, nomi dei gruppi funzionali come prefissi e suffissi.

**(B) Reazioni dei gruppi funzionali.**

**(B1) Alcani:** nomenclatura, proprietà fisiche, reazioni di combustione.

**(B2) Alcheni:** nomenclatura, proprietà fisiche, sintesi di alcheni mediante reazioni di beta-eliminazione, disidratazione di alcoli, riduzione di alchini; reazioni di addizione elettrofila: idroalogenazione (non radicalica secondo Markovnikov e radicalica anti-Markovnikov), idratazione con catalisi acida, reazione di idroborazione/ossidazione, dialogenazione, formazione di aloidrine; epossidazione, apertura dell'eossido in ambiente acido (attacco nucleofilo al carbonio che meglio sopporta la carica positiva), idrogenazione e calori di idrogenazione, ossidazione con permanganato diluito in ambiente basico a freddo senza scissione, ossidazione con permanganato concentrato in ambiente acido a caldo con scissione, regiochimica e stereochimica, regioselettività, regola di Markovnikov.

**(B3) Alchini:** nomenclatura, proprietà fisiche; reazioni degli alchini: deprotonazione di alchini terminali e impiego dei corrispondenti acetiluri come nucleofili in reazioni di sostituzione nucleofila (ad alogenuri) e addizione nucleofila (a carbonili); riduzione di alchini ad alcani, ad alcheni cis, ad alcheni trans; addizione di acqua ad alchini in catalisi acida (trascurare l'uso dell'acetato di mercurio); tautomeria cheto-enolica acido- e base-catalizzata.

**(B4) Cenni agli Alcheni coniugati:** struttura e nomenclatura di polieni ed enini, sovrapposizione tra orbitali, formule di risonanza.

**(B5) Areni:** struttura dei principali composti aromatici, nomenclatura, proprietà fisiche e chimiche, aromaticità, sostituzioni elettrofile aromatiche su anelli senza sostituenti, intermedio di Wheland (complesso ); bromurazione, nitratura e acilazione di Friedel-Crafts (con meccanismo) applicate unicamente al benzene; effetto dei gruppi elettron-donatori ed elettron-attrattori sull'acidità di acidi

benzoici, di fenoli, di ioni anilinio (e quindi sulla basicità delle aniline).

**(B6) Alogenuri alchilici:** struttura e proprietà, importanti solventi clorurati, nomenclatura IUPAC e tradizionale, polarità del legame C-X, sostituzioni nucleofile SN2 e SN1, eliminazioni E2 ed E1, leggi cinetiche e stereochimica, discussione sull'effetto della struttura sui meccanismi SN2, SN1, E2, E1; regiochimica di Zaitsev per le eliminazioni; reattivi di Grignard.

**(B7) Alcoli, fenoli, tioli:** struttura e proprietà, nomenclatura IUPAC e tradizionale, fenoli, acidità di alcoli e fenoli, effetti mesomerici e induttivi nell'acidità dei fenoli, proprietà redox dei polifenoli, stabilità dei radicali derivati dai fenoli, formazione di alcossidi e fenossidi (fenolati), sintesi di alcol da alogenuri e alcheni, da composti carbonilici per riduzione o per attacco nucleofilo di nucleofili con carbonio nucleofilo, da epossidi (apertura anello epossidico in ambiente acido o basico), ossidazione con acido cromico o PCC (entrambe senza meccanismo), reazioni con acidi alogenidrici e reattivo di Lucas, disidratazione di alcoli a formare alcheni (regiochimica di Zaitsev), sintesi di eteri (Williamson); struttura e proprietà e nomenclatura di solfuri (tioli), acidità dei tioli, proprietà redox (formazione di disolfuri). Proprietà redox di fenoli, polifenoli; reazione dei fenoli con radicali.

**(B8) Eteri ed epossidi:** struttura e proprietà, nomenclatura, momento di dipolo, sintesi di Williamson, sintesi di epossidi da alcheni e da aloidrini; reazioni di apertura dell'anello epossidico (con nucleofili forti sul C meno ingombro, con nucleofili deboli sul C più ingombro previa protonazione dell'ossigeno ossiranico)

**(B9) Aldeidi e chetoni:** struttura, nomenclatura, momento di dipolo e forze intermolecolari, legame a H con solventi protici, stati di ossidazione rispetto ad alcoli primari e secondari e acidi carbossilici, preparazione da alcoli primari o secondari, via scissione ossidativa di alcheni, via idratazione di alchini, via acilazione di Friedel-Crafts; aspetti stereochimici dell'addizione nucleofila al carbonio carbonilico, meccanismo generale di addizione di nucleofili forti o deboli (questi ultimi con catalisi acida), addizione di composti organometallici (Grignard) RMgX e acetiluri, riduzione con NaBH<sub>4</sub> o LiAlH<sub>4</sub>, idratazione in ambiente acido e basico, formazione di cianidrine, cenni all'uso delle cianidride (riduzione a dare amminoalcoli, idrolisi a dare alfa-idrossi acidi), formazione di immine (basi di Schiff), formazione di emiacetali, acetali, emichetali e chetali, ossidazioni di aldeidi ad acidi; non-acidità dell'H-aldeidico, acidità degli idrogeni-alfa di aldeidi e chetoni, tautomeria cheto-enolica in ambiente acido o basico, formazione di anioni enolato in ambiente basico.

**(B10) Ammine:** struttura e proprietà, nomenclatura, basicità delle ammine (alchilammine vs anilina; primarie-secondarie-terziarie), formazione di sali d'ammonio;

**(B11) Acidi carbossilici e derivati.** Struttura, nomenclatura tradizionale e IUPAC, proprietà fisiche; legame a idrogeno di acidi carbossilici; acidità di acidi carbossilici, relazioni struttura/acidità, pKa; sintesi di acidi mediante ossidazione di alcoli e aldeidi, numero di ossidazione del C negli alcoli, carbonili, acidi carbossilici, sintesi mediante scissione ossidativa di alcheni, reazione di reattivi di Grignard con CO<sub>2</sub>; Reazioni degli acidi carbossilici: esterificazione di Fischer, sintesi di cloruri acilici con SOCl<sub>2</sub>; struttura, nomenclatura e proprietà dei derivati degli acidi carbossilici (cloruri acilici, anidridi, esteri e lattoni, ammidi e lattami), cenni ai tioesteri, motivazione dell'ordine di reattività dei derivati degli acidi carbossilici; reazioni dei cloruri acilici: acilazione di Friedel-Crafts; idrolisi per formare acidi carbossilici, alcolisi per formare esteri, amminolisi per formare ammidi, reazione con carbossilati per formare anidridi; reazioni delle anidridi: idrolisi per formare acidi carbossilici, alcolisi per formare esteri, amminolisi per formare ammidi; reazioni degli esteri: idrolisi acido catalizzata a formare acidi + alcoli, idrolisi in ambiente basico (saponificazione) a formare carbossilati + alcol, transesterificazione acido catalizzata, amminolisi per formare ammidi; reazioni delle ammidi: idrolisi acido catalizzata a formare acidi carbossilici e sali d'ammonio, idrolisi in ambiente basico a formare carbossilato e ammina; reazioni degli esteri con reattivi di Grignard (doppia addizione);

**(C) Chimica descrittiva di alcuni composti di interesse biologico.**

**(C1) Lipidi:** trigliceridi e acidi grassi (numero pari di atomi di carbonio per gli acidi grassi di origine biologica, acidi grassi saturi, insaturi e poliinsaturi (generalmente cis se di origine biologica), nomi tradizionali, notazione omega, dipendenza del punto di fusione dalla struttura molecolare), cenni all'ossidazione radicalica di acidi grassi insaturi (formazione di perossidi - v. esercitazione sul contenuto di perossidi nell'olio d'oliva), saponificazione dei trigliceridi, cenni all'auto-associazione di

acidi grassi in micelle.

**(C2) Carboidrati:** struttura e classificazione dei carboidrati, aldosi e chetosi, tetrosi, pentosi, esosi, stereochimica, proiezioni di Fischer, D-gliceraldeide, serie D e serie L, diastereoisomeri, epimeri, anomeri, struttura di: D-gliceraldeide, D-treosio, D-eritrosio, D-glucosio e di D-fruttosio, forme aperte e forme cicliche (emiacetali-emichetali), piranosio e furanosio, come convertire una proiezione di Fischer in una struttura ciclica, stereochimica della formazione degli emiacetali, proiezione di Haworth, strutture a sedia del glucopiranosio, anomeri alfa e beta, mutarotazione del glucosio; riduzione del gruppo aldeidico o chetonico con NaBH<sub>4</sub> per formare alditoli, ossidazione del gruppo aldeidico a formare acidi carbossilici (acidi aldonici), formazione di glicosidi (acetali-chetali), legame glicosidico alfa e beta, definizione di aglicone; cenni alla struttura dei disaccaridi (maltosio, cellobiosio, saccarosio), e dei polisaccaridi (amido, cellulosa).

---

#### TESTI DI RIFERIMENTO

1. Wade, Fondamenti di Chimica Organica, PICCIN, ISBN 9788829923007;
2. Bruice, Elementi di Chimica Organica. EdISES, ISBN 9788879599276;
3. Brown, Poon, Introduzione alla Chimica Organica, EdISES, ISBN 9788879598255.