

## CHIMICA ORGANICA

### 5 crediti

*Prof. PAOLA GRAMATICA FORNI*

Dip. di Biologia Strutturale e Funzionale

Via J.H. Dunant 3

e-mail: [paola.gramatica@uninsubria.it](mailto:paola.gramatica@uninsubria.it)

web: <http://fisio.dipbsf.uninsubria.it/qsar>

Tel 0332-421573

Il corso ha lo scopo di fornire agli studenti una conoscenza di base della Chimica Organica, con particolare riguardo alle implicazioni biologiche di molecole organiche.

La prima parte del corso introduce i concetti fondamentali di struttura e legame, comprendendo nomenclatura e aspetti geometrici spaziali (stereochimica). La seconda parte esamina la struttura e la reattività dei principali gruppi funzionali, con accenni ai fondamentali meccanismi di reazione. L'ultima parte tratta la chimica delle biomolecole (lipidi, carboidrati, amminoacidi, peptidi e proteine, acidi nucleici), fornendo le basi essenziali per il corso di Biochimica.

Il corso viene strutturato in modo che lo studenti eviti il più possibile l'apprendimento mnemonico, comprendendo come gli aspetti strutturali siano determinanti per la reattività chimica e come le basi meccanicistiche di poche reazioni organiche possano far comprendere la reattività di molti composti.

Il corso sarà affiancato, su richiesta degli studenti, da esercitazioni alla lavagna "tutorial", che permetteranno una miglior comprensione della materia trattata a lezione.

Gli studenti dei corsi F32 e F45 nel II° modulo (5 crediti) approfondiranno alcuni aspetti meccanicistici delle reazioni organiche, non trattati per ragioni temporali nel I° modulo, e affronteranno l'intera materia con un maggior numero di esercizi alla lavagna. Questo ulteriore modulo permetterà quindi una maggiore comprensione delle basi della Chimica Organica.

Il corso è mutuato per i seguenti corsi di laurea:

- Scienze Biologiche F58
- Analisi e Gestione delle Risorse Naturali F54
- Biotecnologie
- Scienze Biologiche F32 (vale come I° modulo)
- Scienze Naturali F45 (vale come I° modulo)

## **Principi generali**

### *Il legame nelle molecole organiche e la loro struttura*

Orbitali atomici: il legame ionico e covalente. Sovrapposizione di orbitali atomici. Legami sigma e pi-greco. Orbitali molecolari. Orbitali ibridi  $sp^3$ ,  $sp^2$  e  $sp$ . Polarità dei legami. Stati di risonanza. Struttura delle molecole organiche e loro rappresentazione.

### *Stereochimica organica*

Isomeri costituzionali. Isomeri conformazionali. Stereoisomeri : enantiomeri e diastereoisomeri. Isomeria ottica e criteri per la sua esistenza. Chiralità delle molecole. Isomeri configurazionali, miscele racemiche e loro risoluzione. Determinazione della configurazione assoluta: descrittori di stereogenicità E, Z e R,S (Cahn, Ingold e Prelog).

### *Le reazioni organiche*

L'equilibrio chimico: costante di equilibrio. Velocità delle reazioni. Profilo energetico: coordinata di reazione, energia di attivazione, stati di transizione e intermedi di reazione. Catalizzatori. Meccanismi di reazione. Regio e stereoselettività e specificità. Acidi e basi di Brønsted e di Lewis. Radicali, carbocationi, carbanioni. Nucleofili ed elettrofili. Principali reazioni organiche: addizioni ed eliminazioni, sostituzioni nucleofile ed elettrofile, ossidazioni e riduzioni.

### *Gruppi funzionali e nomenclatura IUPAC*

## **Gruppi funzionali - Classi di composti organici**

### *Alcani*

Struttura lineare, ramificata e ciclica. Nomenclatura. Isomeria e analisi conformazionale.

### *Alcheni-Dieni-Alchini*

Struttura. Stereoisomeria E, Z. Nomenclatura. Proprietà fisiche e stabilità termodinamica. Reattività: idrogenazioni catalitiche, addizioni di elettrofili (HX,  $H_2O$ ) ossidazione con permanganato ed ozono. Regio (Markovnikoff) e stereoselettività delle addizioni. Cenni di struttura e reattività di dieni ed alchini.

### *Alogenuri alchilici*

Struttura. Nomenclatura. Reattività: sostituzioni nucleofile ed eliminazioni (meccanismi mono e bimolecolari, stereochimica).

### *Alcoli e tioli*

Struttura. Nomenclatura. Proprietà: acidità, basicità, legami ad idrogeno. Reattività di alcoli: disidratazione, alogenazione, ossidazione, alcoli come nucleofili. Tioli. Glicoli.

### *Eteri e tioeteri*

Struttura. Nomenclatura. Sintesi.

Epossidi: sintesi da alcheni e loro apertura con nucleofili. Solfuri o tioeteri: ossidazioni.

(Fine PRIMA PARTE)

### *Idrocarburi aromatici*

Benzene. Regola di Huckel. Nomenclatura e proprietà. Reazioni di sostituzione elettrofila. Reattività di fenoli: come nucleofili all'ossigeno, sostituzioni elettrofile sull'anello aromatico.

Idrocarburi aromatici policiclici (PAH: naftalene, antracene, benzopirene).

### *Aldeidi e chetoni*

Struttura e proprietà del gruppo carbonilico. Nomenclatura. Tautomeria cheto-enolica, enolati. Reattività: ossidazione, riduzione, addizione nucleofila di acqua, alcoli, cianuri, ammoniaca e analoghi; reazioni via enoli e enolati: alogenazione, condensazione aldolica.

### *Acidi carbossilici e derivati*

Struttura. Nomenclatura. Acidità e basicità. Reattività: interconversione tra cloruri, anidridi, esteri, acidi, ammidi e nitrili; riduzioni, alfa-alogenazione (Hell-Vohland-Zelinsky), condensazione di Claisen di esteri. Composti beta-dicarbonilici: decarbossilazione e reattività.

### *Lipidi*

Trigliceridi. Saponi e detergenti. Cere. Fosfolipidi nelle membrane cellulari. Steroidi.

### *Ammine*

Struttura. Nomenclatura. Basicità. Reattività: alchilazione, acilazione, ossidazione. Sali di ammonio. Ammine aromatiche.

### *Eteroaromatici*

Nomenclatura di: furano, pirrolo, piridina, indolo, imidazolo, purina e pirimidina. Comportamento chimico e interesse biologico.

### *Aminoacidi, peptidi e proteine*

Aminoacidi naturali: struttura (configurazione), proprietà (zwitterione, punto isoelettrico). Protezione e attivazione dei gruppi funzionali per la formazione del legame peptidico: sintesi chimica dei peptidi.

### *Carboidrati*

Monosaccaridi. Struttura, nomenclatura e stereochimica. Formule convenzionali secondo Fischer, Haworth e conformazionali. Anomeri e mutarotazione. Cenni sulla reattività. Glicosidi.

### *Acidi nucleici*

Struttura di nucleosidi e nucleotidi di DNA e RNA.

**Testi consigliati:**

- J.McMurry, "Fondamenti di Chimica Organica", Zanichelli, 1999, pp. 536.
- W.H.Brown, "Introduzione alla Chimica Organica", EdiSES, 2001, pp.620.

**Eserciziari:**

- Benson, Iverson and Iverson, Guida alla soluzione dei problemi di Brown. EdiSES, 2001.
- S.Cacchi e F.Nicotra, "Esercizi di Chimica Organica", CEA (MI), 1998.
- M. Ferrari, M.Sisti, "Esercitazioni di chimica organica", 2° Ed., CLUED, Milano.

**Per consultazione:**

- J. Mc Murry, "Chimica organica", Zanichelli (BO), 1995, pp.1242.
- W.H.Brown, "Chimica Organica", EdiSES (NA), 1996, pp.1115.
- R.J. Fessenden, J.S. Fessenden, "Chimica organica", Piccin (PD), 1993, pp.1106.
- R.T. Morrison, R.N. Boyd, "Chimica organica", CEA (MI), 1997, pp.1288.