

# Testi del Syllabus

Resp. Did. **NITTI PATRIZIA** **Matricola: 000950**

Docenti **NITTI PATRIZIA, 6 CFU**  
**RAGAZZON GIULIO, 9 CFU**

Anno offerta: **2018/2019**

Insegnamento: **091SM - CHIMICA ORGANICA CON LABORATORIO**

Corso di studio: **SM40 - SCIENZE E TECNOLOGIE PER L'AMBIENTE E LA NATURA**

Anno regolamento: **2017**

CFU: **9**

Settore: **CHIM/06**

Tipo Attività: **A - Base**

Anno corso: **2**

Periodo: **Primo Semestre**



## Testi in italiano

**Lingua insegnamento** ITALIANO

### Contenuti (Dipl.Sup.)

1) Struttura elettronica degli atomi, strutture di Lewis, legami chimici, angoli di legame e forma delle molecole, orbitali ibridi  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$ ; polarità delle molecole, risonanza. Descrizione della struttura dei principali gruppi funzionali. Acidi e basi di Brønsted-Lowry, di Lewis, equilibrio acido-base,  $pK_a$ .

2) Alcani e cicloalcani: struttura, isomeria costituzionale, nomenclatura, proprietà fisiche, conformazioni di alcani e cicloalcani, isomeria cis-trans nei cicloalcani. Ossidazione, fonti di alcani

3) Stereoisomeria. Chiralità, descrittori R e S, enantiomeri e diastereoisomeri, composti meso, derivati disostituiti del ciclopentano e del cicloesano. Attività ottica, polarimetro, rotazione specifica, risoluzione di racemi. La chiralità nelle biomolecole: monosaccaridi struttura, nomenclatura, stereoisomeria, formule di proiezione di Fischer, monosaccaridi D- e L-. Glucosio e fruttosio, struttura ciclica, mutarotazione. Ammino acidi, struttura, chiralità, legame peptidico.

4) Alcheni. Struttura, nomenclatura. Meccanismi di reazione, addizione elettrofila di acidi alogenidrici, regola di Markovnikov, stabilità dei carbocationi, addizione di acqua, di alogeni. Riduzioni di alcheni.

5) Alogenuri alchilici. Nomenclatura, sostituzione nucleofila alifatica, meccanismo  $SN_1$  e  $SN_2$ , fattori che ne influenzano la velocità. Beta-Eliminazioni.

6) Alcoli, eteri e tioli. Struttura, nomenclatura, proprietà fisiche. Acidità e basicità degli alcoli, reazione con metalli attivi, conversione in alogenuri alchilici, disidratazione, ossidazione. Tioli, acidità, ossidazione.

7) Benzene e suoi derivati. Struttura del benzene, aromaticità, nomenclatura dei derivati, acidità dei fenoli. Ossidazione del toluene. Sostituzione elettrofila aromatica, meccanismo, alogenazione, nitratura e solfonazione, acilazione e alchilazione di Friedel-Crafts. Disostituzione: effetto del sostituente.

8) Ammine. Struttura e nomenclatura, proprietà fisiche, basicità, reazione con acidi.

Aldeidi e chetoni, struttura, nomenclatura, proprietà fisiche. Sintesi e struttura dei composti organomagnesiaci, reattività con composti

carbonilici. Reattività di aldeidi e chetoni con alcoli e ammine. Tautomeria cheto-enolica, ossidazione di aldeidi ad acidi carbossilici, riduzione. Acidi Nucleici: struttura.

9) Acidi carbossilici. Struttura e nomenclatura, proprietà fisiche, acidità, reazioni con basi, riduzione, meccanismo dell'esterificazione di Fischer, conversione di alogenuri acilici, decarbossilazione. Lipidi: trigliceridi, saponi, fosfolipidi, sfingolipidi.

10) Derivati funzionali degli acidi carbossilici: alogenuri acilici, anidridi, esteri, ammidi. Idrolisi, reazioni con alcoli, ammoniaca e ammine. Interconversione dei derivati funzionali.

11) Terpeni, classificazione, esempi, cenni alla via del mevalonato; steroidi e colesterolo.

12) Esperienze di laboratorio: separazione di una miscela di mentolo e acido benzoico; sintesi dell'aspirina; TLC.

## Testi di riferimento

"Introduzione alla Chimica Organica", terza edizione, W. Brown, T. Poon, EdiSES.

Mark S. Erickson: Guida alla soluzione dei problemi da introduzione alla Chimica Organica W. Brown, T. Poon, EdiSES.

"Fondamenti di Chimica Organica" J. Gorzynsky Smith, McGraw-Hill Education

## Obiettivi formativi

### CONOSCENZA E COMPRESIONE

Al termine del corso lo studente dovrà aver acquisito le conoscenze di base sui concetti base del linguaggio e delle notazioni indispensabili per affrontare lo studio della Chimica Organica nonché di elementi fondamentali di nomenclatura, di stereochimica, di meccanismi di reazione, in particolare dovrà conoscere la struttura e la reattività di semplici molecole organiche: alcani, alcheni, composti aromatici, composti contenenti il gruppo carbonilico, ammine. Dovrà inoltre conoscere la struttura delle seguenti biomolecole: carboidrati, lipidi, amminoacidi, acidi nucleici e terpeni,

### CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONE

Gli studenti sapranno riconoscere i principali gruppi funzionali e prevedere, almeno sommariamente, le principali reattività delle molecole organiche, inoltre sapranno riconoscere e classificare le strutture delle principali biomolecole. Tramite le attività di laboratorio, sapranno interpretare ed applicare semplici procedure sperimentali di chimica organica.

### AUTONOMIA DI GIUDIZIO

L'autonomia di giudizio viene sviluppata tramite la preparazione all'esame, che necessita della rielaborazione e assimilazione individuale del materiale teorico presentato in aula; questo obiettivo sarà raggiunto anche tramite le attività di laboratorio che consisteranno nello svolgimento di semplici esperimenti di chimica. La frequenza al laboratorio permetterà allo studente di applicare e verificare nella realtà alcuni concetti di base trattati in teoria aiutandoli a rielaborare, interpretare e integrare le conoscenze apprese.

### ABILITÀ COMUNICATIVE

Le lezioni e le attività di laboratorio saranno svolte incentivando gli studenti a interagire con il docente ai fini di migliorare il lessico scientifico, sapere strutturare domande e argomentare le proprie tesi. Durante l'esame orale alcune domande saranno volutamente generiche al fine di valutare la capacità dello studente di organizzare l'esposizione di un argomento scientifico.

Durante l'esame scritto verrà invece valutata la capacità dello studente di descrivere correttamente la chimica organica tramite formule e schemi di reazione.

### CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO

Per stimolare la capacità di apprendimento delle conoscenze, a fine corso gli studenti svolgeranno a casa alcuni compiti scritti e la loro correzione sarà svolta e spiegata in classe dagli studenti stessi, il docente cercherà di stimolare il più possibile il confronto tra le risposte date dai diversi studenti.

## Prerequisiti

Superamento dell'esame di "Chimica Generale con laboratorio"

<b>Metodi didattici</b>	Lezioni frontali dialogate, materiale didattico su Moodle, esperienze di laboratorio
<b>Modalità di verifica dell'apprendimento</b>	<p>Esame scritto: 10 esercizi di chimica organica. Attraverso l'esame scritto verrà valutata la capacità dello studente di descrivere correttamente la chimica organica tramite formule e schemi di reazione</p> <p>Esame orale: discussione della prova scritta e accertamento della conoscenza delle strutture delle biomolecole. Durante l'esame orale alcune domande saranno volutamente generiche al fine di valutare la capacità dello studente di organizzare l'esposizione di un argomento scientifico. Presentazione di relazioni scritte sulle esperienze di laboratorio</p>
<b>Programma esteso</b>	<p>1) Struttura elettronica degli atomi, strutture di Lewis, legami chimici, angoli di legame e forma delle molecole, orbitali ibridi <math>sp^3</math>, <math>sp^2</math>, <math>sp</math>; polarità delle molecole, risonanza. Descrizione della struttura dei principali gruppi funzionali. Acidi e basi di Brønsted-Lowry, di Lewis, equilibrio acido-base, <math>pK_a</math>.</p> <p>2) Alcani e cicloalcani: struttura, isomeria costituzionale, nomenclatura, proprietà fisiche, conformazioni di alcani e cicloalcani, isomeria cis-trans nei cicloalcani. Ossidazione, fonti di alcani</p> <p>3) Stereoisomeria. Chiralità, descrittori R e S, enantiomeri e diastereoisomeri, composti meso, derivati disostituiti del ciclopentano e del cicloesano. Attività ottica, polarimetro, rotazione specifica, risoluzione di racemi. La chiralità nelle biomolecole: monosaccaridi struttura, nomenclatura, stereoisomeria, formule di proiezione di Fischer, monosaccaridi D- e L-. Glucosio e fruttosio, struttura ciclica, mutarotazione. Amminoacidi, struttura, chiralità, legame peptidico.</p> <p>4) Alcheni. Struttura, nomenclatura. Meccanismi di reazione, addizione elettrofila di acidi alogenidrici, regola di Markovnikov, stabilità dei carbocationi, addizione di acqua, di alogenuri. Riduzioni di alcheni.</p> <p>5) Alogenuri alchilici. Nomenclatura, sostituzione nucleofila alifatica, meccanismo <math>S_N1</math> e <math>S_N2</math>, fattori che ne influenzano la velocità. Beta-Eliminazioni.</p> <p>6) Alcoli, eteri e tioli. Struttura, nomenclatura, proprietà fisiche. Acidità e basicità degli alcoli, reazione con metalli attivi, conversione in alogenuri alchilici, disidratazione, ossidazione. Tioli, acidità, ossidazione.</p> <p>7) Benzene e suoi derivati. Struttura del benzene, aromaticità, nomenclatura dei derivati, acidità dei fenoli. Ossidazione del toluene. Sostituzione elettrofila aromatica, meccanismo, alogenazione, nitratura e solfonazione, acilazione e alchilazione di Friedel-Crafts. Disostituzione: effetto del sostituente.</p> <p>8) Ammine. Struttura e nomenclatura, proprietà fisiche, basicità, reazione con acidi.</p> <p>Aldeidi e chetoni, struttura, nomenclatura, proprietà fisiche. Sintesi e struttura dei composti organomagnesiaci, reattività con composti carbonilici. Reattività di aldeidi e chetoni con alcoli e ammine. Tautomeria cheto-enolica, ossidazione di aldeidi ad acidi carbossilici, riduzione. Acidi Nucleici: struttura.</p> <p>9) Acidi carbossilici. Struttura e nomenclatura, proprietà fisiche, acidità, reazioni con basi, riduzione, meccanismo dell'esterificazione di Fischer, conversione di alogenuri acilici, decarbossilazione. Lipidi: trigliceridi, saponi, fosfolipidi, sfingolipidi.</p> <p>10) Derivati funzionali degli acidi carbossilici: alogenuri acilici, anidridi, esteri, ammidi. Idrolisi, reazioni con alcoli, ammoniaca e ammine. Interconversione dei derivati funzionali.</p> <p>11) Terpeni, classificazione, esempi, cenni alla via del mevalonato; steroidi e colesterolo.</p> <p>12) Esperienze di laboratorio: separazione di una miscela di mentolo e acido benzoico; sintesi dell'aspirina; TLC.</p>



**Testi in inglese**

1) Electronic structure of atoms, Lewis structures, chemical bonds, bond angles and shape of the molecules, hybrid orbitals  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$ ; polarity of the molecules, resonance, functional groups. Acids and Bases by Bronsted-Lowry and Lewis, acid-base equilibrium,  $pK_a$ .

2) Alkanes and cycloalkanes: structure, constitutional isomers, nomenclature, physical properties, conformations of alkanes and cycloalkanes, cis-trans isomers. Oxidation, alkanes sources.

3) Stereoisomerism. Chirality, R and S descriptors, enantiomers and diastereomers, meso compounds, disubstituted derivatives of cyclopentane and cyclohexane. Optical activity, polarimeter, specific rotation, resolution of racemic compounds. Chiral biomolecules: carbohydrates, structure, nomenclature. D- and L- monosaccharides, glucose and fructose, cyclic structures, mutarotation. Amino acids, structures, chirality, peptide bond.

4) Alkenes. Structure, nomenclature. Reaction mechanisms, electrophilic addition of halogen acid, Markovnikov's rule, stability of carbocations, addition of water and halogens. Reductions of alkenes.

5) Alkyl halides. Nomenclature, aliphatic nucleophilic substitution,  $SN_1$  and  $SN_2$  mechanism, factors affecting the rate of the reaction. Beta - Elimination.

6) Alcohols, ethers and thiols. Structure, nomenclature, physical properties. Acidity of alcohols, reaction with active metals, conversion into alkyl halides, dehydration and oxidation. Thiols: acidity, oxidation.

7) Benzene and its derivatives. Structure of benzene, aromaticity, nomenclature of derivatives, phenols: structure, and acidity. Oxidation of toluene. Electrophilic aromatic substitution mechanism: halogenation, nitration and sulfonation, acylation and Friedel-Crafts alkylation. Disubstitution: effect of the substituent.

8) Amines. Structure and nomenclature, physical properties, basicity, reaction with acids. Aldehydes and ketones, structure, nomenclature, physical properties. Synthesis and structure of the organometallic compounds, reactivity with carbonyl compounds. Reactivity of aldehydes and ketones with alcohols and amines. Keto-enol tautomerism, oxidation of aldehydes to carboxylic acids, reduction. Nucleic acids: structure.

9) Carboxylic acids: structure and nomenclature, physical properties, acidity, reactions with bases, reduction, mechanism of Fischer's esterification, conversion into acyl halides, decarboxylation. Lipids: triglycerides, soaps, phospholipids, sphingolipids.

10) Carboxylic acids derivatives: acyl halides, anhydrides, esters, amides. Hydrolysis reactions, reactions with alcohols, ammonia and amines. Interconversion of functional derivatives. Reduction of esters and amides.

11) Terpenes, classification, examples, outline on the mevalonate pathway, steroids and cholesterol.

12) Laboratory: separation of a mixture of benzoic acid and menthol; synthesis of aspirin; TLC.

"Introduzione alla Chimica Organica", terza edizione, W. Brown, T. Poon, EdiSES.

Mark S. Erickson: Guida alla soluzione dei problemi da introduzione alla Chimica Organica W. Brown, T. Poon, EdiSES.

"Fondamenti di Chimica Organica" J. Gorzynsky Smith, McGraw-Hill Education

#### KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING

Knowledge of basic concepts, language and notation for understanding organic chemistry. Fundamentals of nomenclature, stereochemistry and reaction mechanisms. Acquisition of basic knowledge on the structure and reactivity of simple organic molecules: alkanes, alkenes, aromatic compounds, carbonylic compounds, amines. Structures of the Biomolecules.

#### APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING

Students will be able to recognize the main functional groups and, at least summarily, predict the main reactivity of organic molecules, and will also recognize and classify the structures of the most important biomolecules. Through laboratory activities, they will be able to

understand and apply simple experimental procedures of organic chemistry.

#### MAKING JUDGEMENTS

The autonomy of judgment is developed through the preparation for the exam, which requires the individual re-elaboration and assimilation of the theoretical material presented in the classroom; this goal will also be achieved through laboratory activities that will consist of simple chemical experiments. Attendance at the laboratory will allow the student to apply and verify actuality some basic concepts treated in theory, helping them to rework, understand and integrate the knowledge learned.

#### COMMUNICATION SKILLS

The lessons and laboratory activities will be carried out by encouraging students to interact with the teacher in order to improve the scientific vocabulary, to structure questions and to argue their theses. During the oral examination some questions will be deliberately generic in order to evaluate the student's ability to organize the exposition of a scientific topic.

During the written examination, the student's ability to correctly describe organic chemistry through formulas and reaction patterns will be evaluated.

#### LEARNING SKILLS

To stimulate the ability to learn knowledge, at the end of the course students will be asked to do written homework and the homework correction will be carried out and explained in class by the students themselves, the teacher will try to stimulate as much as possible the discussion among the students.

It is necessary to have passed the examination of "General Chemistry with lab"

Dialectical lectures, didactic material on Moodle, laboratory experiences

Written examination: 10 exercises of organic chemistry. Through the written exam, the student's ability to correctly describe organic chemistry through formulas and reaction patterns will be evaluated.

Oral examination: discussion of the written test and about the structures of the biomolecules. During the oral examination some questions will be deliberately generic in order to evaluate the student's ability to organize the exposition of a scientific topic Presentation of written reports on the laboratory work

1) Electronic structure of atoms, Lewis structures, chemical bonds, bond angles and shape of the molecules, hybrid orbitals  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$ ; polarity of the molecules, resonance, functional groups. Acids and Bases by Bronsted-Lowry and Lewis, acid-base equilibrium,  $pK_a$ .

2) Alkanes and cycloalkanes: structure, constitutional isomers, nomenclature, physical properties, conformations of alkanes and cycloalkanes, cis-trans isomers. Oxidation, alkanes sources.

3) Stereoisomerism. Chirality, R and S descriptors, enantiomers and diastereomers, meso compounds, disubstituted derivatives of cyclopentane and cyclohexane. Optical activity, polarimeter, specific rotation, resolution of racemic compounds. Chiral biomolecules: carbohydrates, structure, nomenclature. D- and L- monosaccharides, glucose and fructose, cyclic structures, mutarotation. Amino acids, structures, chirality, peptide bond.

4) Alkenes. Structure, nomenclature. Reaction mechanisms, electrophilic addition of halogen acid, Markovnikov's rule, stability of carbocations, addition of water and halogens. Reductions of alkenes.

5) Alkyl halides. Nomenclature, aliphatic nucleophilic substitution,  $SN_1$  and  $SN_2$  mechanism, factors affecting the rate of the reaction. Beta - Elimination.

6) Alcohols, ethers and thiols. Structure, nomenclature, physical properties. Acidity of alcohols, reaction with active metals, conversion into alkyl halides, dehydration and oxidation. Thiols: acidity, oxidation.

7) Benzene and its derivatives. Structure of benzene, aromaticity, nomenclature of derivatives, phenols: structure, and acidity. Oxidation of

toluene. Electrophilic aromatic substitution mechanism: halogenation, nitration and sulfonation, acylation and Friedel-Crafts alkylation. Disubstitution: effect of the substituent.

8) Amines. Structure and nomenclature, physical properties, basicity, reaction with acids. Aldehydes and ketones, structure, nomenclature, physical properties. Synthesis and structure of the organometallic compounds, reactivity with carbonyl compounds. Reactivity of aldehydes and ketones with alcohols and amines. Keto-enol tautomerism, oxidation of aldehydes to carboxylic acids, reduction. Nucleic acids: structure.

9) Carboxylic acids: structure and nomenclature, physical properties, acidity, reactions with bases, reduction, mechanism of Fischer's esterification, conversion into acyl halides, decarboxylation. Lipids : triglycerides, soaps, phospholipids, sphingolipids.

10) Carboxylic acids derivatives: acyl halides, anhydrides, esters, amides. Hydrolysis reactions, reactions with alcohols, ammonia and amines. Interconversion of functional derivatives. Reduction of esters and amides.

11) Terpenes, classification, examples, outline on the mevalonate pathway, steroids and cholesterol.

12) Laboratory: separation of a mixture of benzoic acid and menthol; synthesis of aspirin; TLC.