

CHIMICA E PROPEDEUTICA BIOCHIMICA (A001731)

1. lingua insegnamento/language

Italiano.

2. contenuti/course contents

Docente incaricato/Lecturer: Prof. CECCONI FRANCESCO

Anno di corso/Year Course: I

Semestre/Semester: 1°

CFU/UFC: 7

Moduli e docenti incaricati /Modules and lecturers:

- PROPEDEUTICA BIOCHIMICA (A001775) - 6 cfu - ssd BIOS-07/A

Prof. Silvia Persichilli, Giuseppina Nocca, Domiziana Masci, Manuela Bozzi, Francesco Cecconi, Francesco Cecconi, Federica Iavarone, Antonia Iazzetti

- SEMINARI INTEGRATIVI (A001776) - 1 cfu - ssd BIOS-07/A

Prof. Antonia Iazzetti, Giuseppina Nocca, Domiziana Masci, Silvia Persichilli, Federica Iavarone

3. testi di riferimento/BIBLIOGRAPHY

F.A. Bettelheim, Chimica e propedeutica biochimica, IV edizione, ed. Edises, Capitoli 1-11 e 24-27
William H. Brown, Brent L. Iverson, Eric V. Anslyn, Christopher S. Foote, "Chimica Organica",
EdiSES Università, Capitoli 2, 3, 5-11, 13-21.

E. Santaniello, M. Coletta, F. Malatesta, G. Zanotti, S. Marini, Chimica propedeutica alle scienze
bio-mediche, 2018, ed. Piccin, Capitoli 1-19 e 25-28.

Gli studenti potranno utilizzare anche altri libri di testo, previa autorizzazione dei docenti.

4. obiettivi formativi/LEARNING OBJECTIVES

Il corso di Chimica e Propedeutica Biochimica si propone i seguenti obiettivi didattici generali, propedeutici per gli insegnamenti successivi:

Conoscenza e capacità di comprensione - (Dublino 1) Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

- *descrivere la struttura della materia e le sue trasformazioni, interpretando i fenomeni chimici e molecolari di interesse biologico, con particolare riferimento agli equilibri acido-base, ai sistemi tamponi, alle leggi dei gas, ai fenomeni osmotici, alle proprietà colligative delle soluzioni e alle reazioni di ossidoriduzione;*

- *riconoscere le principali classi di composti organici e i relativi diversi gruppi funzionali, descrivendone le proprietà chimico-fisiche e la reattività in relazione alla struttura e alla funzione delle macromolecole biologiche;*

- *descrivere la struttura e la funzione delle principali biomolecole (carboidrati, lipidi, proteine e acidi*

nucleici).

- comprendere come le caratteristiche strutturali delle biomolecole ne determinino le proprietà e le funzioni nei sistemi biologici.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate – (Dublino 2) Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

- identificare i principali tipi di legame chimico e bilanciare semplici reazioni chimiche;
- eseguire calcoli relativi a moli, concentrazioni, diluizioni, pH, osmolarità e proprietà delle soluzioni,
- applicare i principi della termodinamica alla comprensione dei processi chimici e biologici;
- interpretare fenomeni biologici quali la respirazione, il mantenimento dell'equilibrio osmotico, gli equilibri acido-base dei fluidi biologici;
- rappresentare e riconoscere le strutture dei principali composti organici di interesse biologico e delle biomolecole;
- correlare la struttura dei gruppi funzionali organici alla reattività chimica e ai principali processi biochimici.

Autonomia di giudizio - (Dublino 3) Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

1. Interpretare criticamente dati e informazioni di chimica e biochimica
2. Utilizzare le conoscenze acquisite per interpretare dati sperimentali e affrontare in modo critico semplici problemi di natura chimica.
3. Utilizzare le conoscenze acquisite per analizzare problemi di interesse biologico e biomedico.

Abilità comunicative – (Dublino 4) Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

1. Utilizzare correttamente il linguaggio scientifico della chimica
2. Descrivere e discutere fenomeni chimici e biologici in forma orale e scritta in modo chiaro e appropriato.

Capacità di apprendere – (Dublino 5) Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

1. Integrare autonomamente le conoscenze acquisite con contenuti più avanzati delle discipline biochimiche e biomediche.
2. Consultare e utilizzare in modo critico testi e fonti scientifiche per l'approfondimento degli argomenti trattati.

5. prerequisiti/prerequisites

Sono richieste conoscenze di matematica, fisica, chimica e biologia che rispondono alla preparazione promossa dalle istituzioni scolastiche che organizzano attività educative e didattiche coerenti con le Indicazioni nazionali per i licei e con le Linee guida per gli istituti tecnici e per gli istituti professionali.

6. metodi didattici/TEACHING METHODS

Conoscenza e capacità di comprensione (Dublino 1): L'insegnamento è erogato attraverso lezioni frontali con l'ausilio di slides che introducano lo studente ai concetti di base della Chimica generale, organica e propedeutica biochimica.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate (Dublino 2): In aula verranno erogate delle ore di esercitazioni inerenti i temi affrontati durante le lezioni frontali.

Autonomia di giudizio (Dublino 3): Attraverso il coinvolgimento degli studenti nelle lezioni frontali e soprattutto nelle esercitazioni si raggiungerà una piena autonomia di giudizio degli stessi in merito alle conoscenze acquisite.

Abilità comunicative (Dublino 4): Gli studenti verranno stimolati nelle ore di esercitazione a risolvere gli esercizi alla lavagna e a spiegarli di fronte ai colleghi per stimolare le capacità comunicative.

Capacità di apprendere (Dublino 5): Attraverso l'erogazione di lezioni di raccordo da parte del coordinatore del corso, lo studente verrà stimolato ad approfondire alcuni temi inerenti la propedeutica biochimica, che verranno ripresi e ampliati nel corso di Biochimica e Biologia Molecolare del semestre successivo.

7. altre informazioni/OTHER INFORMATION

I docenti del corso sono a disposizione per informazioni e chiarimenti sulle tematiche affrontate sia a lezione che durante le esercitazioni, previo appuntamento concordato tramite posta elettronica.

Giuseppina Nocca: giuseppina.nocca@unicatt.it

Manuela Bozzi: manuela.bozzi@unicatt.it

Federica Iavarone: federica.iavarone@unicatt.it

Silvia Persichilli: silvia.persichilli@unicatt.it

Antonia Iazzetti: antonia.iazzetti@unicatt.it

Domiziana Masci: domiziana.masci@unicatt.it

8. modalità di verifica dell'apprendimento/METHODS FOR VERIFYING LEARNING AND FOR EVALUATION

La verifica dell'apprendimento avviene mediante una prova scritta, caratterizzata da un test a risposta multipla contenente la risoluzione di esercizi sugli argomenti del corso e la cui votazione finale è in trentesimi, e di una prova orale. Il superamento della prova scritta con la votazione minima di 18/30 consente l'accesso alla prova orale. La preparazione dello studente alla prova orale sarà valutata mediante un colloquio da parte della commissione, che verificherà la comprensione dei concetti di chimica generale, organica e propedeutica biochimica erogati nel corso, oltre che la capacità dello studente di esprimersi con un linguaggio tecnico-scientifico appropriato. Il voto finale risulterà da una media ponderata del risultato della prova scritta (20%) e della prova orale (80%). È necessario avere conseguito una votazione minima di 23/30 alla prova scritta per poter raggiungere il voto di 30/30 o 30/30 con lode.

9. programma esteso/program

Modulo 1: PROPEDEUTICA BIOCHIMICA (A001775)

La struttura dell'atomo, i legami chimici, stati di aggregazione della materia e termodinamica dei sistemi aperti.

Descrivere e interpretare: La costituzione della materia. Fondamenti della teoria atomica. Struttura dell'atomo: protoni, neutroni e elettroni. Numero atomico e numero di massa. Gli isotopi.

- I numeri quantici, gli orbitali, il principio di esclusione di Pauli. Regola di Hund. La configurazione elettronica con particolare riferimento agli elementi principalmente presenti negli organismi viventi.

- Il sistema periodico degli elementi. Proprietà periodiche: configurazione elettronica esterna, volume atomico, potenziale di ionizzazione, affinità elettronica, elettronegatività. La regola dell'ottetto.

- Molecole, ioni e ioni poliatomici. Massa molecolare. Definizione di mole e numero di Avogadro. Unità di massa atomica e massa molecolare.

- Il legame chimico. Orbitale di legame. Legame covalente: omopolare, eteropolare, legame di coordinazione. Cenni sul legame metallico. Il legame ionico. Ibridazione degli orbitali: sp, sp², sp³. Orbitali molecolari sigma e pi-greco. Distanza e energia di legame.

Angolo di legame e geometria molecolare. Esempi di molecole polari e apolari biologicamente rilevanti.

- Interazioni deboli (legame idrogeno e forze di van der Waals) e interazioni idrofobiche.

- Numero di ossidazione. Esempi di formule di struttura e nomenclatura di composti binari e ternari biologicamente rilevanti con atomi di carbonio, ossigeno, azoto, zolfo e fosforo (ossidi, idrossidi, perossidi, acidi, basi, e sali).

- Cenni sullo stato solido: solidi ionici, molecolari, covalenti e metallici

- Lo stato aeriforme. Temperatura assoluta. Leggi di Boyle, Charles e Gay Lussac. Applicazione della legge dei gas alla respirazione. Equazione di stato dei gas perfetti. Cenni sulla teoria cinetica dei gas. La legge di Maxwell-Boltzmann.

- Lo stato liquido: ebollizione, calore di evaporazione. Tensione superficiale. L'equilibrio gas-liquido: la pressione di vapore. Confronto di diagramma di fase di acqua e anidride carbonica.

- Principi di termodinamica e bioenergetica. Definizioni delle funzioni di stato. Entalpia. Trasformazioni esotermiche ed endotermiche (cambiamenti di stato). Entropia. Energia libera di Gibbs. Trasformazioni esoergoniche ed endoergoniche. Variazione di energia libera come criterio di spontaneità ed equilibrio nei sistemi aperti.

APPROFONDIMENTO: Cenni alle proprietà magnetiche del nucleo come base per lo strumento diagnostico della Risonanza Magnetica Nucleare.

APPROFONDIMENTO: Rilevanza dei cambiamenti di fase di interesse biomedico: l'evaporazione del sudore e la termoregolazione.

Miscela, soluzioni e le proprietà colligative delle soluzioni

Descrivere e interpretare:

- Miscela omogenee ed eterogenee di interesse biologico: soluzioni, sospensioni, colloidali e

aerosol.

- Soluzioni gassose, liquide e solide.
- L'acqua come solvente polare. Solubilità: soluti ionici e non ionici. Proprietà degli elettroliti. Gli elettroliti nei fluidi biologici. Solubilità dei gas nei liquidi: la legge di Henry.
- Unità di misura della concentrazione delle soluzioni: percentuali peso/peso, peso/volume, volume/volume. Molarità, molalità, frazione molare.
- La concentrazione nelle miscele di gas: la legge di Dalton. L'aria e la sua composizione, aria inspirata e aria espirata.
- Definizione di proprietà colligative. Interazioni tra solvente e soluto. La legge di Raoult. Abbassamento della pressione di vapore. Innalzamento della temperatura di ebollizione. Abbassamento della temperatura di congelamento. Pressione osmotica e passaggio di soluti attraverso le membrane.
- Soluzioni elettrolitiche e fattore correttivo di van't Hoff. Diffusione, osmosi, osmolarità e osmolalità. Confronto tra le proprietà osmotiche delle soluzioni.
- Pressione osmotica dei liquidi intracellulari ed extracellulari. Soluzioni isotoniche, ipertoniche e ipotoniche. Soluzione fisiologica e glucosata.

APPRONDIMENTO: Molalità, Cenni sulle soluzioni non ideali: il comportamento dei soluti nello spazio intracellulare e coefficiente di attività. Il concetto di equivalente in ambito biomedico.

APPRONDIMENTO: Esempi di implicazioni fisiopatologiche del disequilibrio osmotico (emolisi e edema).

Le reazioni chimiche negli organismi viventi: caratteristiche generali, cinetica e equilibrio chimico.

Descrivere e interpretare:

- Definizioni delle reazioni chimiche. Conservazione di massa, energia, carica elettrica e bilanciamento delle reazioni chimiche.
- Definizione di cinetica di reazione. Reazioni a più stadi. Fattori che influenzano la velocità di una reazione. Ordine di reazione e molecolarità. La legge di Arrhenius e la teoria degli urti efficaci. L'energia di attivazione. La teoria dello stato di transizione.
- Definizione di catalizzatore e cenni sui catalizzatori biologici, gli enzimi.
- L'equilibrio chimico. Reazioni reversibili ed irreversibili. Costante di equilibrio e legge d'azione di massa. Variazione di energia libera e equilibrio di reazione.
- Differenza tra equilibrio chimico e stato stazionario. Principio dell'equilibrio mobile. Il quoziente di reazione. Effetto della temperatura sulla costante di equilibrio. Equilibri multipli. Esempi di equilibrio eterogeneo solido-liquido (precipitazione di urati). Prodotto di solubilità, effetto dello ione in comune.

APPRONDIMENTO: Esempi di rilevanza biomedica (calcoli renali).

Acidi, basi, sali, pH, soluzioni tampone; reazioni di ossido-riduzione ed elettrochimica

Descrivere e interpretare:

- La teoria di Arrhenius. La teoria di Bronsted e Lowry. Cenni sulla teoria di Lewis. La reazione di

auto-protolisi dell'acqua. La K_w . Il concetto di pH e pOH. Costanti di dissociazione, K_a e K_b . Acidi e basi forti, acidi e basi deboli, pK_a e pK_b . Indicatori di pH. Il pH di una soluzione di acido/base forte o di acido/base debole. Acidi poliprotici e basi poliprotiche. Reazioni acido-base. I sali, comportamento acido o basico dei sali in acqua. Solubilità Sali poco solubili, K_{ps} , effetto ione a comune.

- Soluzioni tampone, esempi di tamponi di acidi deboli e basi deboli. L'equazione di Henderson e Hasselbalch. Efficienza di un sistema tampone.

- L'equilibrio acido-base nei fluidi biologici: il pH del sangue e i tamponi del sangue. Il tampone acido carbonico (CO_2)/bicarbonato, il tampone diidrogeno fosfato/idrogenofosfato, le proteine come sistemi tampone.

- Le reazioni di ossido-riduzione. Cella galvanica e definizione di anodo e catodo. Le semireazioni e i potenziali redox standard. L'equazione di Nernst. Relazione tra variazione di energia libera di Gibbs e differenza di potenziale. Reazioni spontanee e lavoro chimico. Esempi di reazioni di ossido-riduzione in ambito biologico. Ossigeno come accettore di elettroni: bilancio termodinamico della respirazione cellulare.

APPROFONDIMENTO: L'importanza e la funzione dei tamponi in ambito biomedico (acidosi e alcalosi)

APPROFONDIMENTO: Le reazioni di Fenton e Haber-Weiss come esempio di reazioni di ossido-riduzione non enzimatiche dell'ossigeno in presenza dello ione Ferro per la formazione del radicale idrossilico

APPROFONDIMENTO: Solubilità e pH, esempi di interesse biomedico: ossalato di calcio, fosfato di calcio e urato di sodio

CHIMICA ORGANICA

-Introduzione alla chimica organica: Rappresentazione dei composti carboniosi, convenzioni per la rappresentazione dei meccanismi di reazione, rottura omolitica ed eterolitica dei legami chimici.

- Proprietà e ibridazione del carbonio. - Idrocarburi saturi ed insaturi, ciclici ed eterociclici. Regole generali di nomenclatura IUPAC.

- Stereochimica: diastereoisomeri, enantiomeri, epimeri e miscele racemiche.

- Alcani e cicloalcani: struttura, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche e rilevanza biomedica. Tensione di legame nei cicloalcani. Reazioni: ossidazione.

APPROFONDIMENTO: Reazioni radicaliche

- Alcheni: struttura, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche e rilevanza biomedica. Reazioni: addizione elettrofila. Carbocationi.

- Dieni: struttura, dieni coniugati, cumulati, isolati.

-Alchini: struttura, nomenclatura.

- Idrocarburi aromatici: struttura, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche e rilevanza biomedica. Il benzene e i composti aromatici eterociclici (pirimidine) e policiclici (purine). Regola di Huckel. Risonanza. Reazione di sostituzione elettrofila aromatica. Effetti elettronici dei gruppi sostituenti, teoria degli effetti orientanti. Tossicità dei composti aromatici.

-Alogenuri alchilici: struttura, nomenclatura e reattività. Reazioni di sostituzione nucleofila (SN_2 , SN_1) e reazioni di eliminazione (E_2 , E_1).

- Alcoli e tioli: struttura, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche e rilevanza biologica. Reazioni: disidratazione, ossidazione, sostituzione nucleofila. Etanolo. Esempi di alcoli e tioli di rilevanza

biologica.

-Fenolo e derivati: acidità del fenolo.

-Eteri, tioeteri, epossidi: struttura e nomenclatura

- Ammine: struttura, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche e rilevanza biomedica. Basicità e nucleofilicità. Reazioni: alchilazione, formazione di sali. Nitrosammine. Colina e altri esempi di ammine di rilevanza biologica.

- Aldeidi e Chetoni: struttura, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche e rilevanza biologica. Reazioni: ossidazione, riduzione, addizione nucleofila, condensazione aldolica.

-Emiacetali ed emichetali, acetali e chetali, immine o basi di Schiff.

-Proprietà dell'idrogeno in alfa al carbonile. Tautomeria cheto-enolica e sua importanza biologica (urato, citosina e fosfoenolpiruvato).

APPROFONDIMENTO: Chinoni ed idrochinoni: ubiquinone e suo ruolo come trasportatore di elettroni.

- Acidi carbossilici e loro derivati di interesse biologico (anidridi, esteri e tioesteri, ammidi, acilfosfati): struttura, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche, acidità. Reazioni: salificazione, decarbossilazione, sostituzione nucleofila acilica; esterificazione di Fischer; idrolisi degli esteri e transesterificazione; condensazione di Claisen di esteri e tioesteri. Formazione dei lattoni. Decarbossilazione dei chetoacidi. Idrolisi delle ammidi.

Amminoacidi e proteine, carboidrati, lipidi, nucleotidi, polinucleotidi e acidi nucleici

Descrivere e interpretare:

- Amminoacidi: Struttura, nomenclatura e nomi abbreviati. Classificazione in base alla catena laterale e alle sue proprietà. Identificazione e caratteristiche delle catene laterali degli amminoacidi proteici. Stereochimica degli amminoacidi e rappresentazione secondo la convenzione di Fischer. Proprietà acido-base degli amminoacidi e punto isoelettrico. Amminoacidi essenziali e non essenziali.

- Il legame peptidico e la sua formazione dalla reazione di un amminoacido esterificato con il gruppo amminico di un altro amminoacido. Caratteristiche del legame peptidico.

-Carboidrati: struttura, nomenclatura e stereochimica dei carboidrati. Monosaccaridi: isomeri, epimeri, anomeri e tautomeri. Ciclizzazione dei monosaccaridi. Mutarotazione. Reazioni dei monosaccaridi: ossidazione, riduzione, reazione di Maillard e prodotti di Amadori, condensazione. Il legame glicosidico. Disaccaridi. Oligosaccaridi e loro derivati.

Amminozuccheri. Polisaccaridi: omopolisaccaridi (amido, cellulosa, glicogeno) ed eteropolisaccaridi (glicosaminoglicani).

- Acidi grassi saturi e insaturi: struttura, nomenclatura, proprietà fisiche e reazioni. I trigliceridi e le loro funzioni: oli e grassi. Lipidi complessi: glicerofosfolipidi, sfingolipidi, glicolipidi. Colesterolo e cenni sui suoi derivati di interesse biologico (ormoni steroidei, acidi biliari e vitamina D)

- Il legame fosfodiester e la struttura degli acidi nucleici: DNA e RNA.

N.B. Gli **approfondimenti** riguardano argomenti integrativi rispetto ai contenuti trattati durante le lezioni. Il materiale di supporto (articoli, dispense, linee guida e altri contenuti didattici) sarà reso disponibile sulla piattaforma Blackboard e costituirà parte integrante del programma del corso.

Modulo 2: SEMINARI INTEGRATIVI (A001776)

- *Orbitali anti-legame per comprendere come mai l'ossigeno molecolare è una specie radicalica.*
- *Gas Reali.*
- *Stabilità dei carbocationi.*
- *Stereochimica: regole di priorità e convenzione R/S. Potere rotatorio specifico. Convenzione destrogira/levogira. Convenzione di Fischer.*
- *Acidità degli alchini terminali.*
- *Risonanza: teoria della risonanza, regole per scrivere strutture limite accettabili, importanza relativa delle strutture limite di risonanza.*