

## Corso di Laurea Magistrale in Odontoiatria e Protesi Dentaria 2021/2022

**Corso Integrato:** Chemistry and Biochemistry

**SSD Insegnamento:** BIO/10

**Numero di CFU:** 10

**Coordinatore del corso integrato:** Prof. Giacomo Lazzarino; email:

giacomo.lazzarino@unicamillus.org

**Nomi docenti:**

- Prof.ssa Almerinda Di Venere (5 CFU); email: [almerinda.divenere@unicamillus.org](mailto:almerinda.divenere@unicamillus.org);
- Prof. Giacomo Lazzarino (5 CFU); email: giacomo.lazzarino@unicamillus.org.

### PREREQUISITI

Non sono previste propedeuticità. Tuttavia, per poter apprendere i contenuti di questo insegnamento è necessario avere conoscenza delle nozioni fondamentali di matematica (logaritmi, esponenziali, equazioni di secondo grado) ed una conoscenza generica della struttura dell'atomo, della stechiometria e delle regole generali di nomenclatura dei composti di chimica inorganica ed organica e delle regole per la corretta scrittura degli stessi.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Scopo del Corso Integrato di Chimica e Biochimica (Chimica generale ed Inorganica, Propedeutica Biochimica e Biochimica), è quello di fornire agli studenti le conoscenze fondamentali relative alla struttura dei costituenti fondamentali della materia (atomi, elementi) ed alla struttura delle macromolecole necessarie al funzionamento e regolazione degli organismi viventi e dei loro processi di trasformazione. Mettere lo studente in condizione di comprendere le basi della chimica organica ed inorganica e del metabolismo cellulare. Il Corso Integrato intende inoltre fornire allo studente le conoscenze fondamentali relative ai concetti di base della chimica, relative alla struttura delle macromolecole alla base dei processi metabolici necessari al funzionamento e regolazione degli organismi viventi: carboidrati, lipidi, acidi nucleici e proteine. Mettere lo studente in condizione di comprendere le basi del metabolismo cellulare. Il corso si propone di fornire allo studente alcune metodiche essenziali utilizzate nella pratica chimica e biochimica ed i principi teorici su cui si basano tali metodologie ed il loro campo di applicazione.

### RISULTATI DELL'APPRENDIMENTO ATTESI

#### Conoscenza e capacità di comprensione

L'insegnamento di Chimica e Biochimica ha lo scopo di fornire agli studenti una conoscenza teorica completa dei principi, regole e strutture della chimica molecolare e della biochimica. Lo studente deve inoltre, al termine del percorso, acquisire la capacità di identificare i principali componenti strutturali dei composti inorganici e organici presenti in natura.



Alla fine di questo insegnamento lo studente dovrà:

- Conoscere la costituzione fondamentale dell'atomo ed i vari tipi di legame chimico
- Conoscere i principi di termodinamica chimica
- Conoscere le basi delle regole acquoso-elettrolitiche e acido-base ed il loro ruolo nel mantenimento dell'omeostasi del corpo umano
- Conoscere i meccanismi delle reazioni di ossidoriduzione
- Conoscere i fondamenti su cui si articola la chimica del carbonio e degli altri principali elementi che hanno rilevanza nel mondo biologico
- Conoscere le diverse classi di composti organici con particolare riferimento a quelle di potenziale interesse biologico
- Conoscere i principi della stereochimica
- Conoscere la struttura e la funzione delle principali macromolecole biologiche
- Conoscere i principi della catalisi enzimatica
- Conoscere i diversi cicli metabolici che si verificano nelle cellule eucariotiche
- Conoscere il ruolo dei differenti "combustibili" nella produzione di energia
- Conoscere il ruolo del mitocondrio come centrale energetica della cellula
- Conoscere le vie biosintetiche delle principali molecole di interesse biochimico
- Comprendere le basi molecolari dei processi biologici alla base delle cellule eucariotiche e dei microrganismi

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente imparerà ad applicare le conoscenze teoriche acquisite durante l'insegnamento al contesto clinico che si troverà ad analizzare, potendo riconoscere gli aspetti diagnostici generali delle anomalie chimiche e metaboliche. Acquisirà inoltre la capacità di identificare e valutare opportunamente le alterazioni chimiche e metaboliche e la loro influenza nella determinazione dello scenario clinico.

Al termine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di:

- Interpretare adeguatamente l'importanza delle alterazioni di processi biochimici come causa di vari stati patologici.
- Utilizzare le conoscenze acquisite per l'approfondimento autonomo di aspetti relativi al campo specifico al quale lo studente si dedicherà nell'ambito dell'attività professionale
- Comprendere le basi molecolari di alcune patologie umane
- Comprendere le applicazioni delle tecniche molecolari a scopo diagnostico e di studio

### **Abilità comunicative**

Alla fine dell'insegnamento lo studente dovrà:

- Essere in grado di comunicare i contenuti scientifici e applicativi in modo chiaro e inequivocabile, utilizzando un linguaggio tecnico appropriato.

### **Autonomia di giudizio**

Alla fine dell'insegnamento lo studente dovrà sapere:

- Effettuare delle valutazioni di massima relative agli argomenti trattati.

- Interpretare autonomamente i dati relativi agli argomenti trattati nel corso

### **Capacità di apprendimento**

- Alla fine del corso lo studente dovrà aver appreso un metodo di studio e di aggiornamento autonomo, facente riferimento a più testi e/o a bibliografia.

## **PROGRAMMA**

### **Modulo Insegnamento**

#### **Chimica generale ed inorganica (3 CFU):**

Cenni introduttivi - Tabella periodica degli elementi e suo significato: Nomenclatura inorganica: acidi, basi, sali. Bilanciamento di una reazione chimica. Concetto di mole, numero di Avogadro.

Costituzione dell'atomo - Particelle elementari: protone, neutrone, elettrone. Isotopi. Elettroni e configurazione elettronica degli atomi. Numeri quantici ed orbitali. Auf-bau. Il legame chimico: covalente, ionico, dativo. Ibridizzazione. Legami deboli: ione-dipolo, Van der Waals, legame idrogeno. Elettronegatività.

Stati di aggregazione della materia - Gas: equazione di stato dei gas ideali. Temperatura assoluta e relazione con la velocità molecolare media. Miscele gassose; legge di Dalton. Liquidi: tensione di vapore di un liquido. Solidi: caratteristiche strutturali dei solidi covalenti, ionici, molecolari. Solidi metallici (cenni).

Termodinamica chimica - Concetto di funzione di stato. Energia interna di un sistema. Entalpia, legge di Hess. Entropia. Energia libera.

Soluzioni - Concentrazione delle soluzioni: % in peso, frazione molare, molarità, molalità, normalità. Diluizioni e mescolamenti di soluzioni. Tensione di vapore di una soluzione liquido-liquido (legge di Raoult). Soluzioni ideali. Proprietà colligative: variazione della tensione di vapore, della temperatura di fusione e di ebollizione; osmosi e pressione osmotica. Solubilità dei gas nei liquidi: la legge di Henry.

L'equilibrio chimico - Equilibri in fase gassosa. Espressione della costante di equilibrio. Relazione tra  $K_c$  e  $K_p$ . Fattori che influenzano l'equilibrio. Equilibri omogenei ed eterogenei.

Soluzioni di elettroliti - Elettroliti forti e deboli; grado di dissociazione. Proprietà colligative di soluzioni di elettroliti; binomio di Van't Hoff. Acidi e basi secondo Arrhenius, Bronsted e Lowry, Lewis. Acidi e basi forti e deboli. Dissociazione ionica dell'acqua.  $K_w$ . Costante d'equilibrio di un acido e di una base. Relazione tra la costante d'equilibrio e il grado di dissociazione di un elettrolita debole: legge di diluizione di Oswald. Il pH; calcolo del pH in soluzioni di acidi (e basi) forti e deboli. Idrolisi salina. Soluzioni tampone. Dissociazione degli acidi poliprotici (cenni). Titolazioni acido-base.

Cinetica chimica - Introduzione alla cinetica; teoria del complesso attivato; energia di attivazione. Equazioni cinetiche

Reazioni di ossido-riduzione e potenziali elettrochimici - Numero di ossidazione. Reazioni di ossido-riduzione e loro bilanciamento. Potenziali standard di riduzione.

### Propedeutica biochimica (2 CFU):

Ibridizzazione dell'atomo di carbonio - Ibridizzazioni  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$  e loro geometria.

Idrocarburi ed Idrocarburi saturi - alcani e cicloalcani. Nomenclatura. Isomeria conformazionale e isomeria geometrica (cis-trans).

Idrocarburi insaturi - alcheni ed alchini. Nomenclatura. Reazioni degli idrocarburi insaturi (cenni).

Composti aromatici - Struttura del benzene - il modello della risonanza. Nomenclatura dei composti aromatici. Idrocarburi aromatici policiclici (cenni).

Alcoli, Fenoli, Tioli - Nomenclatura. Acidità e basicità degli alcoli e dei fenoli. I tioli, analoghi degli alcoli e dei fenoli.

Aldeidi e Chetoni - Nomenclatura. Preparazioni di aldeidi e chetoni. Il gruppo carbonilico. L'addizione nucleofila ai gruppi carbonilici; formazione di semiacetali ed acetali. La condensazione aldolica (cenni).

Acidi Carbossilici e loro derivati - Nomenclatura degli acidi. I derivati degli acidi carbossilici: gli esteri, le ammidi. Meccanismo della esterificazione; triesteri del glicerolo.

Ammine e altri composti azotati - Classificazione delle ammine e nomenclatura. Basicità delle ammine.

Stereoisomeria - La chiralità. Enantiomeri. Luce polarizzata; il polarimetro (cenni). Diastereomeri.

### Biochimica (5 CFU)

Carboidrati - Definizioni e classificazione. I monosaccaridi. Chiralità nei monosaccaridi; le proiezioni di Fischer. Strutture cicliche dei monosaccaridi. Anomeri. Fenomeno della mutarotazione. Strutture piranosiche e furanosiche.

Lipidi - Struttura, nomenclatura, proprietà e funzioni biologiche.

Basi azotate e nucleotidi - Struttura, nomenclatura e funzioni biologiche

Proteine - Amminoacidi e loro proprietà. - Legame peptidico. Struttura primaria. Amminoacidi non proteici. Struttura secondaria: alfa elica, foglietto beta, loops e beta turn. Struttura terziaria e quaternaria: legami idrogeno ed effetto idrofobico. Misfolding e patologie correlate. Struttura generica delle proteine fibrose e globulari. Tecniche per l'analisi e la purificazione delle proteine.

Cinetica enzimatica - Stato stazionario. L'equazione di Michaelis-Menten. Significato della  $K_m$ . L'efficienza catalitica: significato di  $k_{cat}/K_m$ . Grafico dei doppi reciproci. Classificazione degli



enzimi. Gli inibitori: inibizione competitiva e non competitiva. Meccanismi e grafici dei doppi reciproci. Gli inibitori: inibizione a-competitiva (non competitiva pura) e mista (non competitiva). Inibitori irreversibili e inibitori suicidi. Il trasporto e l'immagazzinamento dell'ossigeno.

La mioglobina - struttura e funzione.

L'emoglobina - struttura e funzione. L'effetto Bohr; l'effetto del 2,3 BPG; il trasporto di CO<sub>2</sub> e NO. Introduzione alla teoria dell'interazione proteina-ligando: caso di 1 solo sito. Caso di n siti completamente cooperativi. Caso generale. Modello concertato e sequenziale. Effetti delle mutazioni puntiformi.

Lipidi di membrana. Colesterolo. Lipidi-segnale e cofattori: eicosanoidi ormoni steroidei, vitamine liposolubili. Architettura delle membrane biologiche: composizione delle membrane, proprietà comuni delle membrane, il foglietto a doppio strato, tipi di proteine nelle membrane biologiche. Dinamica delle membrane biologiche. Trasporto attraverso le membrane biologiche: diffusione semplice e trasporto passivo, trasportatore del glucosio, scambiatore cloruro-bicarbonato, trasporto attivo, simporti sodio-glucosio, acquaporine.

Vitamine - introduzione storica. Vitamine liposolubili struttura, funzione, avitaminosi, ipervitaminosi. Vitamine idrosolubili struttura, funzione avitaminosi.

Bioenergetica - l'energia libera nelle reazioni biochimiche. Energia libera standard ed energia libera della Keq. Esempi.

Glicolisi. Via dei pentosi fosfato. Il controllo coordinato del metabolismo del glucosio. Fermentazione lattica e fermentazione alcolica. Il metabolismo anaerobico e la carie. Il ciclo di Krebs. Metabolismo del glicogeno e sua regolazione. Le malattie da accumulo di glicogeno.

Digestione fisiologica dei grassi. Le lipoproteine: struttura e funzione di chilomicroni, VLDL, LDL e HDL. La mobilitazione dei grassi indotta dal glucagone: ruoli della triacilglicerolo lipasi e della perilipina. Attivazione degli acidi grassi e trasporto attraverso la membrana mitocondriale. Carnitina. Beta-ossidazione degli acidi grassi saturi, pari. Esempi. Chetogenesi. Beta-ossidazione degli acidi grassi insaturi e dispari.

Digestione delle proteine - ruolo del pH e degli enzimi digestivi. Ciclo alanina-glucosio. Transamminazione, deamminazione ossidativa, deamminazione non ossidativa. Glutamina-sintetasi: ruolo e sua regolazione.

Ciclo dell'urea.

Cenni sul catabolismo degli amminoacidi ramificati e malattia dell'urina a "sciroppo d'acero". Catabolismo della glicina e della serina.

Cenni sul catabolismo delle basi azotate - l'eccesso di acido urico e la gotta.

Il metabolismo dell'EME - introduzione alla biosintesi (la via della glicina, la sintesi del  $\delta$ -amminolevulinato e la formazione del porfobilinogeno). Le porfirie. Cenni sul catabolismo dell'EME e sua degradazione a biliverdina e bilirubina.

Accoppiamento chemiosmotico - Principi generali; la variazione di energia libera associata al flusso di elettroni e di protoni; ATP-sintasi come trasduttore energetico. Trasportatori di elettroni: nucleotidi nicotinamidici e flavinici; ubiquinone; citocromi; proteine ferro-zolfo; complessi I, II, III, IV; ciclo Q; respirasoma. ATP-sintasi (struttura e catalisi; ATP-sintasi come motore molecolare). Inibitori e disaccoppianti della catena respiratoria.

### **MODALITA' DI SVOLGIMENTO**

Il corso è strutturato in 100 ore di didattica frontale trasmessa in contemporanea in streaming. Suddivise in lezioni di 2 ore in base al calendario accademico, comprensive di parti teoriche ed esercitazioni. La frequenza è obbligatoria.

### **MODALITA' DI VALUTAZIONE**

La verifica della preparazione degli studenti avverrà con esame scritto, seguito da una prova orale. La prova scritta sarà costituita da un test con domande a risposta aperta ed a risposta multipla. Il punteggio è attribuito in trentesimi. Le domande potranno avere un diverso peso basato sulla complessità del quesito e sulla particolare conoscenza che viene verificata. Per ogni risposta errata o mancante verranno assegnati zero punti. Per superare la prova scritta ed essere ammessi alla prova orale è necessario raggiungere un punteggio pari o superiore a 18.

La prova orale verterà su alcune domande su tutto il programma svolto. Il punteggio della prova orale verrà mediato con quello della prova scritta per ottenere il punteggio finale.

Durante la prova orale si valuterà la capacità da parte dello studente di applicare le conoscenze e si assicurerà che le competenze siano adeguate a sostenere e risolvere problemi di natura chimico e biochimico-medica. Saranno inoltre valutati: autonomia di giudizio, abilità comunicative, capacità di apprendimento secondo quanto indicato nei descrittori di Dublino.

### **TESTI CONSIGLIATI:**

- *Chemistry 10<sup>th</sup> edition*, Kenneth W. Whitten/Raymond E. Davis/Larry Peck/George G. Stanley.
- *Foundations of College Chemistry, 14 Edition*, Hein M, Arena S. John Wiley and Sons Inc.
- *Lehninger Principles of Biochemistry*, Nelson D. Cox Michael M.