



Corso di Laurea Magistrale in Medicina e Chirurgia
Anno Accademico 2026/2027

INSEGNAMENTO INTEGRATO: Chimica e Propedeutica Biochimica

NUMERO DI CFU: 6

SSD: BIOS-07/A

COORDINATRICE: Prof.ssa [Emanuela Stampone](#)

E-MAIL: emanuela.stampone@unicamillus.org

DOCENTI:

Prof.ssa [Emanuela Stampone](#)

e-mail: emanuela.stampone@unicamillus.org

Prof.ssa Maria Monticelli

e-mail: maria.monticelli@unicamillus.org

Prof. Gabriele Nieddu

e-mail: gabriele.nieddu@unicamillus.org

INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Non previsti.

PREREQUISITI

Pur non essendo previste propedeuticità, per poter apprendere i contenuti di questo insegnamento sono richieste conoscenze di matematica e calcolo, 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. Ovvero conoscenze di chimica necessarie per superare i test di ingresso al CdS in Medicina e Chirurgia. Al fine di uniformare le conoscenze di base, saranno introdotti i concetti fondamentali prima di passare a quelli più complessi.

OBIETTIVI FORMATIVI

Scopo dell'Insegnamento di Chimica e Propedeutica Biochimica (Chimica generale e Inorganica, Chimica Organica, Propedeutica Biochimica e Biochimica), è quello di fornire agli studenti le basi per la comprensione delle leggi fondamentali che governano la materia e le sue trasformazioni con particolare attenzione ai fenomeni biologici a livello atomico e molecolare, in relazione alle applicazioni biomediche.

RISULTATI DELL'APPRENDIMENTO ATTESI

DD1: Conoscenza e capacità di comprensione

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

- descrivere la struttura e le trasformazioni della materia e interpretare i fenomeni molecolari che trovano un riscontro negli organismi viventi, con particolare riguardo agli equilibri acido-base, ai tamponi fisiologici, alle leggi dei gas e alla solubilità in equilibri eterogenei, ai fenomeni osmotici e alle proprietà delle soluzioni e alle reazioni di ossidoriduzione;
- riconoscere le principali classi di composti organici e i diversi gruppi funzionali, descrivendone le proprietà chimico-fisiche e la reattività, anche in relazione alle funzioni delle macromolecole biologiche;
- riconoscere le diverse classi di molecole di interesse biologico, descrivendone le strutture e sapendone indicare le funzioni;
- 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.

DD2: Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

- riconoscere la tipologia di legami chimici ed eseguire semplici bilanciamenti di 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;
- scrivere e riconoscere le strutture dei principali composti organici di interesse biologico e delle macromolecole;
- applicare la conoscenza dei meccanismi delle reazioni dei composti organici alla comprensione delle reazioni biochimiche e prevedere la reattività delle biomolecole sulla base dei loro gruppi funzionali.

DD3: Autonomia di giudizio

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

- interpretare criticamente dati e informazioni di chimica e biochimica;
- utilizzare le conoscenze acquisite per interpretare dati sperimentali e affrontare in modo critico semplici problemi di natura chimica;
- utilizzare le conoscenze acquisite per analizzare problemi di interesse biologico e biomedico.

DD4: Abilità comunicative

Al termine del corso lo studente sarà in grado di

- utilizzare correttamente il linguaggio scientifico della chimica;
- descrivere e discutere fenomeni chimici e biologici in forma orale e scritta in modo chiaro e appropriato.

DD5: Capacità di apprendimento

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

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

PROGRAMMA

Unità didattica 1. La struttura dell'atomo, i legami chimici, stati di aggregazione della materia e termodinamica dei sistemi aperti (1CFU)

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. Cenni alle proprietà magnetiche del nucleo come base per lo strumento diagnostico della Risonanza Magnetica Nucleare.
- I numeri quantici
- Elementi e composti: mole e molecola. I numeri quantici, gli orbitali, il principio di esclusione di Pauli. Regola di Hund. La configurazione elettronica degli elementi 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, dativo, legame di coordinazione. Cenni sul legame metallico. Il legame ionico. Ibridazione degli orbitali: sp, sp², sp³. Orbitali molecolari sigma e pi-greco. Angolo di legame e geometria molecolare.
- 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. Rilevanza dei cambiamenti di fase di interesse biomedico: l'evaporazione del sudore e la termoregolazione.
- 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.

Unità didattica 2. Miscela, soluzioni e le proprietà colligative delle soluzioni (1 CFU)

Descrivere e interpretare:

- Tipi di miscele: omogenee ed eterogenee di interesse biologico (dispersioni, sospensioni, colloidali, aerosol).
- Tipi di soluzioni: soluzioni gassose, soluzioni liquide, soluzioni 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. Il concetto di equivalente in ambito biomedico.
- La concentrazione nelle miscele di gas: la legge di Dalton. L'aria e la sua composizione, aria inspirata e aria espirata.
- Definizione di proprietà colligativa. 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.
- L'osmolarità dei liquidi intracellulari ed extracellulari. Soluzioni isotoniche, ipertoniche e ipotoniche. Soluzione fisiologica e glucosata. Esempi di implicazioni fisiopatologiche del disequilibrio osmotico (emolisi e edema).

Unità didattica 3. Le reazioni chimiche negli organismi viventi: caratteristiche generali, cinetica e equilibrio chimico (0,5 CFU)

Descrivere e interpretare:

- Definizioni delle reazioni chimiche. Conservazione di massa, energia e carica elettrica. Tipi di reazioni chimiche. Bilanciamento delle reazioni.
- Definizione di cinetica di reazione. Reazioni a più stadi. Fattori che influenzano la velocità di una reazione. Ordine di una reazione e moleolarità. 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.
- 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 degli urati). Prodotto di solubilità, effetto dello ione in comune. Esempi di rilevanza biomedica (calcoli renali).

Unità didattica 4. Acidi, basi, sali, pH, soluzioni tampone; reazioni di ossido-riduzione ed elettrochimica (1 CFU)

Descrivere e interpretare:

- La teoria di Arrhenius. La teoria di Bronsted e Lowry. Cenni sulla teoria di Lewis. La reazione di autoprotolisi dell'acqua. La K_w . Il concetto di pH e pOH. Costanti di dissociazione, K_a e K_b . Acidi forti e acidi 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 e pH, esempi di interesse biomedico: ossalato di calcio, fosfato di calcio e urato di sodio.
- 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/bicarbonato, il tampone diidrogeno fosfato/ idrogenofosfato, le proteine come sistemi tampone. L'importanza e la funzione dei tamponi in ambito biomedico (acidosi e alcalosi).
- Il numero di ossidazione e le reazioni di ossido-riduzione. I sistemi elettrochimici. Definizione di anodo e catodo. I potenziali redox standard. L'equazione di Nernst. Reazioni spontanee e lavoro chimico: relazione tra variazione di energia libera di Gibbs e differenza di potenziale. La relazione tra potenziali di riduzione e costante di equilibrio. Esempi di reazioni di ossido-riduzione in ambito biologico. L'ossigeno come accettore di elettroni: bilancio termodinamico della respirazione cellulare. 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.

Unità didattica 5. Proprietà del carbonio e reattività dei composti organici, idrocarburi, alogenuri alchilici, idrocarburi aromatici e derivati (0,5 CFU)

Descrivere e interpretare:

- Proprietà e ibridazione del carbonio. Rappresentazione dei composti carboniosi. Idrocarburi saturi e insaturi ciclici ed eterociclici. Regole generali di nomenclatura IUPAC.
- Stereochimica: diastereoisomeri, enantiomeri, epimeri e miscele racemiche. Cenni sulle regole di priorità e convenzione R/S. Potere ottico rotatorio specifico. Convenzione destrogira/levogira. Convenzione di Fischer.

- Rottura di un legame chimico e reazioni radicaliche.
- Rottura eterolitica del legame chimico. Carbocationi e carboanioni e loro stabilità. Effetto induttivo: elettrone donatore, elettrone attrattore. Delocalizzazione degli elettroni. Nucleofili ed elettrofili biologicamente rilevanti. Reazioni di sostituzione nucleofila con meccanismo S_N2 e S_N1 e reazioni di eliminazione.
- Alcani e cicloalcani: struttura, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche e rilevanza biomedica. Tensione di legame nei cicloalcani. Reazioni: ossidazione.
- Alcheni: struttura, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche e rilevanza biomedica. Delocalizzazione elettronica e dieni coniugati. Reazioni: addizione elettrofila.
- Idrocarburi aromatici: struttura, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche e rilevanza biomedica. Il benzene e composti aromatici eterociclici (pirimidine) e policiclici (purine). Regola di Huckel. Cenni sulle reazioni dei composti derivati del benzene: sostituzione elettrofila aromatica. Effetto attivante e disattivante dei sostituenti. Tossicità dei composti aromatici.

Unità didattica 6. I gruppi funzionali e isomerie: alcoli, fenoli, eteri, tioli e tioeteri; aldeidi e chetoni; acidi carbossilici e derivati, ammine e ammidi (1 CFU)

Descrivere e interpretare:

- Alcoli e tioli: struttura, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche e rilevanza biologica. Reazioni degli alcoli: disidratazione, ossidazione sostituzione nucleofila. Etanolo. Alcoli aromatici. Fenolo e derivati: acidità del fenolo. Esempi di alcoli e tioli di rilevanza biologica. Eteri e tioeteri. Epossidi.
- 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). Chinoni ed idrochinoni: ubiquinone e suo ruolo come trasportatore di elettroni.
- Acidi carbossilici e loro derivati di interesse biologico (anidridi, esteri e /oesteri, ammidi, acilfosfati): struttura, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche, acidità. Reazioni con esempi biologici: 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.

Unità didattica 7. Amminoacidi e proteine, carboidrati, lipidi, nucleotidi, polinucleotidi e acidi nucleici (1 CFU)

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. Definizione dei livelli strutturali delle proteine: struttura primaria, secondaria, terziaria e quaternaria. Interazioni deboli e ponti disolfuro.
- 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 (glicosamminoglicani).

- Acidi grassi saturi ed insaturi: struttura, nomenclatura, proprietà fisiche e reazioni. I trigliceridi e la loro funzioni: oli e grassi. Acidi grassi essenziali. Lipidi complessi: glicerofosfolipidi, sfingolipidi, glicolipidi. Colesterolo e derivati steroidei di interesse biologico (ormoni steroidei, acidi biliari e vitamina D).
- Basi azotate, nucleosidi e nucleotidi: definizione, struttura e nomenclatura. Struttura chimica ed importanza biologica dell'ATP. I dinucleotidi nelle reazioni di ossido-riduzione biologiche (NAD⁺/NADH, FAD/FADH₂).
- Il legame fosfodiester e la struttura degli acidi nucleici: DNA e RNA.
- Modificazioni non enzimatiche delle macromolecole biologiche. Deaminazione della citosina. Principali reazioni del radicale idrossilico con lipidi, proteine e DNA. Attività antiossidante non enzimatica dei tioli (glutathione) e delle molecole contenenti doppi legami coniugati (tocoferolo, carotenoidi).

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

L'insegnamento è strutturato in 60 ore di didattica frontale, suddivise in base al calendario accademico, comprensive di parti teoriche ed esercitazioni. La frequenza è obbligatoria. Il corso consta di 60 ore di didattica frontale e di 2,5 ore di esercitazioni per ogni CFU.

MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

La verifica della preparazione degli studenti avverrà con un esame scritto. La prova scritta è costituita da 31 domande a risposta multipla, che prevedono anche lo svolgimento di calcoli e la scrittura o il riconoscimento di formule di struttura. La prova scritta ha la durata di 60 minuti. Per ogni risposta esatta verrà assegnato 1 punto, mentre per ogni risposta errata o mancante verranno assegnati 0 punti. Il punteggio finale della prova scritta sarà dato dalla somma dei punteggi delle risposte corrette e sarà espresso in trentesimi. L'esame sarà considerato superato se lo studente totalizzerà un punteggio pari o superiore a 18/30.

Si fa presente che durante lo svolgimento della prova scritta non è consentito utilizzare o tenere presso la propria postazione dispense, manuali, appunti, tavole, dispositivi elettronici (tablet, auricolari, telefoni cellulari, smart-watches, occhiali o penne smart) o altri materiali di consultazione. Viene fatta salva la possibilità di usare calcolatrici scientifiche, purché non dotate di connessione Internet, WiFi e/o Bluetooth.

Al momento in cui viene riconosciuto ed evidenziato allo studente il possesso e/o l'utilizzo di tali dispositivi o materiali, nonché il mancato rispetto delle regole previste per lo svolgimento della prova, si provvederà all'immediato annullamento della prova stessa, quindi nessun ottenimento di risultato.

Per gli studenti con Disturbi Specifici dell'Apprendimento o Bisogni Educativi Speciali certificati ai competenti uffici di Ateneo, sono previste le misure compensative e le modalità di prova indicate nella certificazione stessa. Gli eventuali adattamenti sono concordati con i docenti nel rispetto dell'equivalenza dei risultati di apprendimento oggetto di valutazione.

La prova scritta conterrà domande in grado di valutare la capacità da parte dello studente di applicare le conoscenze e le competenze acquisite durante il corso e che gli permettano di risolvere problemi di natura chimico- e biochimico-medica.

La prova di esame sarà complessivamente valutata secondo i seguenti criteri:

Non idoneo	Importanti carenze e/o inaccuratezze nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi; argomentazione assente o frequentemente errata.
18–20	Conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficienti, con possibili imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti.
21–23	Conoscenza routinaria degli argomenti; capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente.

24–26	Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi; argomentazioni espresse in modo rigoroso.
27–29	Conoscenza completa degli argomenti; notevoli capacità di analisi e sintesi; buona autonomia di giudizio.
30–30L	Ottimo livello di conoscenza e comprensione. Notevoli capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio. Argomentazioni originali ed espresse con piena padronanza del lessico specialistico.

ATTIVITÀ DI SUPPORTO

Oltre all'attività di didattica frontale, gli studenti potranno usufruire delle ore di ricevimento e tutoraggio con i docenti dell'insegnamento di Chimica e Propedeutica Biochimica. Il ricevimento studenti avverrà su appuntamento, contattando il docente via email.

TESTI CONSIGLIATI E BIBLIOGRAFIA

Tutti i libri di testo disponibili in commercio, compresi quelli di ultima uscita che hanno già una notevole diffusione nazionale, tra cui:

- Chimica medica e propedeutica biochimica con applicazioni cliniche, Tiziana Bellini. 2026, Terza Edizione, Zanichelli Ed.
- Chimica e Propedeutica Biochimica, Frederick A. Bettelheim, William H. Brown, Mary K. Campbell, Shawn O. Farrell, Omar J. Torres, Sara K. Madsen. 2026, Edises.
- Chimica Generale, Chimica Organica, Propedeutica, Biochimica 1/Ed. Revisionata, Denninston K.J., McGrawHill Ed.
- Chimica e Propedeutica Biochimica, Santaniello E., Coletta M., Malatesta F. Zanotti G., Marini S. Piccin Ed.
- Stechiometria “Chimica generale attraverso gli esercizi”, Massimiliano Aschi e Antonello Filippi. Seconda Edizione, Edizioni A.L.E.