SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

"CHIMICA E PROPEDEUTICA BIOCHIMICA"

SSD MEDS-02/A

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: CORSO DI STUDIO IN MEDICINA E CHIRURGIA

ANNO ACCADEMICO 2025-2026

INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

Per quello che riguarda gli insegnamenti del “semestre filtro” (ai sensi dei DM n.418 del 30.05.2025 e DM n. 431 del 20.06.2025), corpo docente e calendario e modalità delle lezioni verranno comunicati separatamente sui canali ufficiali.

INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE FILTRO
CFU:6

INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Nessuno

EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

OBIETTIVI FORMATIVI

Obiettivo dell’insegnamento è quello di fornire 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 DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

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.

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 delle reazioni - eseguire semplici ma fondamentali calcoli sulle concentrazioni delle soluzioni e osmolarità - applicare le conoscenze acquisite nell'ambito della termodinamica ai processi di trasformazione chimico-fisica di interesse biomedico - applicare le conoscenze acquisite ai processi che governano la respirazione, il mantenimento dell'equilibrio osmotico, gli equilibri acido-base dei fluidi biologici - scrivere e riconoscere le formule e i legami chimici dei principali composti organici di interesse biologico - 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 Autonomia di giudizio Al termine del corso lo studente sarà in grado di: 1. valutare criticamente le informazioni 2. formare opinioni informate 3. prendere decisioni autonome Abilità comunicative: Al termine del corso lo studente sarà in grado di: 1. esprimere in modo chiaro e efficace le proprie informazioni e conoscenze Capacità di apprendimento Al termine del corso lo studente sarà in grado di: 1. apprendere in modo autonomo e continuo 2. aggiornare le proprie competenze e conoscenze

PROGRAMMA-SYLLABUS

Unità didattica 1. La struttura dell'atomo, la tavola periodica degli elementi e i legami chimici (impegno didattico valutato in CFU =0.5) Descrivere e interpretare: - La costituzione della materia. Fondamenti della teoria atomica. Struttura del nucleo atomico, neutroni e protoni. Numero atomico e numero di massa. Massa atomica. Gli isotopi. - Cenni alle proprietà magnetiche del nucleo come base per lo strumento diagnostico della Risonanza Magnetica Nucleare. - Elementi e composti: mole e molecola. I numeri quantici, gli orbitali, il principio di esclusione di Pauli ed il principio di indeterminazione di Heisenberg. Regola di Hund. La configurazione elettronica degli elementi. - I radioisotopi e la radioattività. Il decadimento radioattivo (radiazioni α, β, positroni, gamma, X): unità di misura anche rispetto all'effetto di tossicità biologica, correlazioni di interesse per applicazioni biomediche. - Il sistema periodico degli elementi. Proprietà periodiche: configurazione elettronica esterna, volume atomico, potenziale di ionizzazione, affinità elettronica, elettronegatività. Elementi chimici di rilevanza biologica. La regola dell'ottetto. - Concetto di molecola e di ione poliatomico. Massa molecolare. - Il legame chimico. Orbitale di legame. Legame covalente: omopolare, eteropolare, dativo. Legame ad elettroni delocalizzati. Il legame ionico. Ibridazione degli orbitali: sp, sp2, sp3. Teoria VSEPR. Orbitali molecolari sigma e pi-greco. Angolo di legame. - Nomenclatura e struttura dei principali composti inorganici di interesse biomedico. Esempi di struttura di composti chimici binari e ternari, scrittura e riconoscimento delle formule di struttura (ossidi, acidi, basi, sali). Nomenclatura IUPAC e tradizionale. Interazioni deboli (legame idrogeno e forze di van der Waals) e interazioni idrofobiche.

Unità didattica 2. Stati di aggregazione della materia e principi di termodinamica (impegno didattico valutato in CFU =0.5) Descrivere e interpretare: - Lo stato solido: solidi ionici, molecolari, covalenti e metallici. - Lo stato aeriforme. Temperatura assoluta. Leggi di Boyle, Charles e Gay Lussac. Equazione di stato dei gas perfetti. I gas reali e l'equazione di Van der Waals. La legge di Avogadro. Il concetto di mole e il numero di Avogadro. Cenni sulla teoria cinetica dei gas. La legge di Maxwell-Boltzmann. - Gas e vapori. L'equilibrio gas-liquido: la pressione di vapore. - Lo stato liquido: ebollizione, calore di evaporazione. Diagrammi di fase: confronto tra acqua ed anidride carbonica. Tensione superficiale. Rilevanza dei cambiamenti di stato in medicina: l'evaporazione del sudore e la termoregolazione. Esempio di applicazione della legge dei gas alla respirazione. - I sistemi termodinamici. I principi della termodinamica. Definizioni delle funzioni di stato. Entalpia. Trasformazioni esotermiche ed endotermiche (cambiamenti di stato). Entropia. Energia libera di Gibbs. Trasformazioni reversibili e irreversibili (esoergoniche, endoergoniche). Energia libera ed equilibrio chimico.

Unità didattica 3. Miscele e soluzioni e le proprietà colligative delle soluzioni (impegno didattico valutato in CFU=1) Descrivere e interpretare: - Tipi di miscele: omogenee ed eterogenee (dispersioni, sospensioni, colloidi, aerosol). - Tipi di soluzioni: soluzioni gassose, soluzioni liquide, soluzioni solide. - Solubilità: l'acqua come solvente. L'acqua e i soluti ionici, proprietà degli elettroliti. Gli elettroliti nei fluidi biologici. L'acqua e i soluti molecolari. Solubilità dei gas nei liquidi: la legge di Henry. - Unità di misura della concentrazione delle soluzioni: percentuali peso/peso, peso/volume, volume/volume. Molarità, 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. Esempi di soluzioni rilevanti per aspetti biomedici. - 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. - Soluzioni elettrolitiche e fattore correttivo di van't Hoff. Tipi di membrane e passaggio di soluti: diffusione, osmosi e osmolarità. Confronto tra le proprietà osmotiche delle soluzioni. - L'osmolarità dei liquidi intracellulari ed extracellulari. Soluzioni isotoniche, ipertoniche e ipotoniche.

Unità didattica 4. Generalità sulle reazioni chimiche, cinetica ed equilibrio chimico (impegno didattico valutato in CFU=0.5) Descrivere e interpretare: - Definizioni delle reazioni chimiche. - Conservazione di massa, energia e carica elettrica. Reversibilità. Tipi di reazioni chimiche. Reazioni di neutralizzazione. Reazioni di precipitazione. Reazioni di ossido-riduzione. 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 molecolarità. La legge di Arrhenius e la teoria degli urti efficaci. L'energia di attivazione. La teoria dello stato di transizione. I catalizzatori: catalizzatori omogenei ed eterogenei. - Cenni sui catalizzatori biologici: gli enzimi. - Equilibrio chimico. - Reazioni reversibili ed irreversibili. Costante di equilibrio e legge d'azione di massa. Equilibrio chimico omogeneo ed eterogeneo. Differenza tra equilibrio chimico e stato stazionario. Principio dell'equilibrio mobile. Il quoziente di reazione. Effetto della temperatura sulla costante di equilibrio. Equilibri multipli. Equilibri eterogenei solido-liquido. Prodotto di solubilità, effetto dello ione in comune. Rilevanza degli equilibri chimici nei processi biologici.

Unità didattica 5. Acidi, basi, sali, pH, soluzioni tampone; reazioni di ossido-riduzione ed elettrochimica (impegno didattico valutato in CFU= 1) 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 Kw. Il concetto di pH e pOH. Costanti di dissociazione, Ka e Kb. Acidi forti e acidi deboli, pKa e pKb. Indicatori di pH. Il pH di una soluzione di acido/base forte o di acido/base debole. Acidi

poliprotici e basi poliprotiche. Forza relativa di un acido e di una base. Reazioni acido-base. Relazione tra la struttura chimica e la forza degli acidi. I sali, comportamento acido o basico dei sali in acqua, costante di idrolisi. Solubilità e pH, esempi di interesse biomedico: ossalato di calcio e fosfato di calcio. Gli argomenti saranno trattati con esempi numerici per coadiuvare la comprensione dei fenomeni descritti. - 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 tampone acido carbonico/bicarbonato, il tampone diidrogeno fosfato/ idrogenofosfato, le proteine come sistemi tampone. Il pH del sangue e i tamponi del sangue. L'importanza e la funzione dei tamponi in ambito biomedico. - Il numero di ossidazione e le reazioni di ossido-riduzione. I sistemi elettrochimici. Definizione di anodo e catodo. Tipi di conduttori. - I semielementi. 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. Pile a concentrazione. - Importanza delle reazioni di ossido-riduzione in ambito biomedico.

Unità didattica 6. Proprietà del carbonio e reattività dei composti organici, idrocarburi, alogenuri alchilici, idrocarburi aromatici e derivati (impegno didattico valutato in CFU= 0.5) Descrivere e interpretare: - Proprietà e ibridazione del carbonio. I gruppi funzionali. Rappresentazione dei composti carboniosi - Regole generali di nomenclatura IUPAC. - Ossidazioni e riduzioni in chimica organica. Tipi di reazioni organiche. Effetto induttivo: elettron-donatore, elettron- attrattore. Effetto di delocalizzazione o mesomero. - Rottura di un legame: omolitico ed eterolitico. Carbocationi e carboanioni. Stabilità dei carbocationi. Nucleofili ed elettrofili. - Acidità e basicità dei composti organici. - Idrocarburi saturi ed insaturi. - Alcani e cicloalcani: nomenclatura IUPAC, proprietà chimico-fisiche e reazioni caratteristiche. Tensione di legame nei cicloalcani. Reazioni degli alcani: ossidazione, sostituzione radicalica. - Alcheni: nomenclatura IUPAC, proprietà chimico-fisiche e principali reazioni (addizione elettrofila, stabilità dei carbocationi). Delocalizzazione elettronica e dieni coniugati. - Idrocarburi ciclici ed eterociclici. Gli alogeno derivati degli idrocarburi. Le reazioni degli alogenuri alchilici: sostituzione nucleofila con meccanismo SN2 e SN1, reazioni di eliminazione con meccanismo E1 ed E2. - Il benzene, composti aromatici e regola di Huckel. - Nomenclatura degli idrocarburi aromatici. Derivati del benzene. Reazioni del benzene: sostituzione elettrofila aromatica. Effetto attivante e disattivante dei sostituenti. - Tossicità dei composti aromatici.

Unità didattica 7. I gruppi funzionali e isomerie: alcoli, fenoli, eteri, tioli e tioeteri; aldeidi e chetoni; acidi carbossilici e derivati, ammine e ammidi (impegno didattico valutato in CFU= 1) Descrivere e interpretare: - Proprietà chimico-fisiche e nomenclatura. Reazioni degli alcoli: disidratazione, ossidazione sostituzione nucleofila. Alcol di rilevanza biomedica: l'etanolo. Alcoli aromatici, fenolo e derivati; acidità del fenolo. Eteri. Tioli e tioeteri. Epossidi. - Proprietà chimico-fisiche e nomenclatura delle aldeidi e dei chetoni. Reazioni delle aldeidi e dei chetoni: ossidazione, riduzione, reazioni di addizione nucleofila. Emiacetali ed emichetali, acetali e chetali. - Proprietà dell'idrogeno in alfa al carbonile. Tautomeria cheto-enolica e sua importanza biologica. - Reazione di condensazione aldolica. Chinoni ed idrochinoni. Un esempio di rilevanza biomedica: l'ubichinone. - Proprietà chimico-fisiche e nomenclatura. Reazioni degli acidi carbossilici: salificazione, sostituzione nucleofila acilica. - Derivati degli acidi carbossilici: alogenuri acilici, anidridi, esteri e tioesteri, ammidi, acilfosfati. Esterificazione di Fisher. Idrolisi basica e acida degli esteri. Condensazione di Claisen. Reazioni degli acidi carbossilici contenenti altri gruppi funzionali: formazione dei lattoni e decarbossilazione dei chetoacidi. - I derivati organici dell'acido fosforico. L'importanza degli acilfosfati in Biochimica. - Proprietà chimico-fisiche e nomenclatura delle ammine. Basicità e reazioni delle ammine: nucleofilicità delle ammine, alchilazione. Nitrosammine. Ammonio quaternario: la colina. Immine o basi di Shiff. - Esempi di

importanza biomedica: l'urea. - Reazioni di idrolisi delle ammidi. - Definizione e tipi di isomeria: isomeri costituzionali e stereoisomeri (isomeri conformazionali e configurazionali). - Potere ottico rotatorio specifico. Convenzione di Fischer e convenzione destrogira/levogira. - Diasteromeri, epimeri, anomeri e mesocomposti. Miscele racemiche. Cenni sulle regole di priorità. Convenzione E/Z e convenzione R/S - Significato degli enantiomeri, diastereoisomeri e forme meso nelle scienze biomediche.

Unità didattica 8. Amminoacidi e proteine, carboidrati, lipidi, nucleotidi e polinucleodi (impegno didattico valutato in CFU= 1) Descrivere e interpretare: - Struttura e nomenclatura degli amminoacidi, nomi abbreviati. Classificazione degli amminoacidi in base al gruppo R. Amminoacidi essenziali o non essenziali. - 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. - Il legame peptidico e sua formazione. Caratteristiche del legame peptidico. Livelli strutturali delle proteine: struttura primaria, secondaria, terziaria e quaternaria. Interazioni deboli e ponti disolfuro. - Struttura, nomenclatura e stereochimica dei carboidrati. Monosaccaridi: isomeri, epimeri, anomeri e tautomeri. Amminozuccheri. 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. Polisaccaridi: omopolisaccaridi (amido, cellulosa, glicogeno) ed eteropolisaccaridi (glicosamminoglicani). - Struttura e nomenclatura degli acidi grassi. Acidi grassi saturi ed insaturi. Acidi grassi essenziali. Insaturazione e proprietà fisiche e chimiche. I trigliceridi e la loro funzioni: oli e grassi. Lipidi complessi: glicerofosfolipidi, sfingolipidi, glicolipidi. Colesterolo e derivati steroidei di interesse biomedico. - Basi azotate: definizione e caratteristiche strutturali dei nucleosidi e dei nucleotidi. Nucleotidi e polinucleotidi. Struttura chimica ed importanza biologica dell'ATP e di altri nucleotidi liberi. Legame fosfodiestereo.

MATERIALE DIDATTICO

Testi adottati: F.A. Bettelheim, W.H. Brown, M.K. Campbell, S.O. Farrell: Chimica e Propedeutica Biochimica. EDISES T. Bellini: Chimica Medica e Propedeutica Biochimica Ed. Zanichelli K.J. Denniston, J.J. Topping, R.L. Caret: Chimica Generale, Chimica Organica, Propedeutica Biochimica. MacGraw-Hill

Testi per consultazione: J.C. Kotz, P. Treichel, R.F. Weaver: Chimica Generale, EdiSES Brown, Pon Introduzione alla Chimica Organica. Ed. EDISES D.L. Nelson, M.M. Cox: Principi di Biochimica di Lehninger. Ed. Zanichelli

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni frontali, esercitazioni. Il Corso mette a disposizione degli studenti un'attività di tutorato.

VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:
Ai sensi dei DM n.418 del 30.05.2025 e DM n. 431 del 20.06.2025.

b) Modalità di valutazione:
Ai sensi dei DM n.418 del 30.05.2025 e DM n. 431 del 20.06.2025.