

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA**BIOCHIMICA****BIOCHEMISTRY****INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA**

A.A.	2026-2027	CdS	SCIENZE BIOLOGICHE
Codice	8068385	Canale	M-Z
CFU	8	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA**Fabio Ciccarone****OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: L'insegnamento si propone di fornire le conoscenze fondamentali della Biochimica, con particolare riferimento alla struttura e funzione delle principali classi di biomolecole, ai meccanismi della catalisi enzimatica, al metabolismo, alla bioenergetica e alla regolazione delle vie biochimiche. Gli aspetti strutturali delle principali classi di biomolecole, già introdotti nei corsi chimici propedeutici, saranno ripresi e approfonditi secondo una prospettiva biochimica, al fine di comprendere le relazioni struttura-funzione, l'organizzazione macromolecolare, l'attività enzimatica, le vie metaboliche, i processi bioenergetici e i principali meccanismi di regolazione. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE: Al termine dell'insegnamento dovranno essere acquisite conoscenze relative alla struttura delle principali classi di biomolecole e al loro ruolo nei processi biochimici. Dovranno inoltre essere compresi i principi che regolano la struttura e la funzione delle proteine, i meccanismi della catalisi enzimatica, la logica delle trasformazioni metaboliche e i principi della bioenergetica. Dovranno essere comprese le relazioni tra compartimentalizzazione subcellulare, organizzazione delle vie metaboliche e specializzazione metabolica di cellule e tessuti. Particolare attenzione sarà dedicata ai principali meccanismi di regolazione delle vie metaboliche e al loro contributo al mantenimento dell'omeostasi biochimica cellulare. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE: Al termine dell'insegnamento dovrà essere acquisita la capacità di applicare le conoscenze biochimiche alla comprensione dei principali meccanismi molecolari alla base del metabolismo e delle trasformazioni energetiche. Dovrà inoltre essere sviluppata la capacità di collegare la struttura delle biomolecole alla loro funzione biochimica, di riconoscere il ruolo degli enzimi nelle trasformazioni metaboliche e di comprendere l'integrazione tra le diverse vie metaboliche. Le conoscenze acquisite dovranno consentire di affrontare con maggiore consapevolezza gli insegnamenti successivi del percorso di studi, in particolare quelli che richiedono una comprensione dei processi biologici a livello molecolare e biochimico.
----------	---

	AUTONOMIA DI GIUDIZIO: L'insegnamento contribuirà allo sviluppo di capacità di analisi critica dei principali processi biochimici e alla comprensione autonoma delle relazioni tra struttura molecolare, funzione biochimica, metabolismo, bioenergetica e regolazione. Tali competenze costituiranno una base essenziale per affrontare tematiche più complesse nell'ambito delle scienze biologiche e per orientare i successivi percorsi formativi. ABILITÀ COMUNICATIVE: Al termine dell'insegnamento dovrà essere acquisita la capacità di esporre in modo chiaro, sintetico e rigoroso i concetti fondamentali della Biochimica, utilizzando un linguaggio scientifico appropriato. Dovranno inoltre essere sviluppate le competenze necessarie per descrivere le principali biomolecole, i meccanismi enzimatici, le vie metaboliche, i processi bioenergetici e i meccanismi di regolazione metabolica, con particolare attenzione alle interconnessioni tra le diverse vie biochimiche. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: L'insegnamento intende fornire gli strumenti concettuali necessari per approfondire autonomamente gli argomenti della Biochimica attraverso la consultazione di testi universitari, materiale didattico e pubblicazioni scientifiche del settore. Dovrà inoltre essere acquisita la capacità di integrare le conoscenze biochimiche con quelle maturate negli altri insegnamenti del corso di laurea, riconoscendo il ruolo centrale della Biochimica nella comprensione molecolare dei processi biologici.
English	LEARNING OUTCOMES: <i>The learning outcomes are formulated according to the Dublin Descriptors.</i> <i>The course aims to provide fundamental knowledge of Biochemistry, with particular reference to the structure and function of the main classes of biomolecules, the mechanisms of enzyme catalysis, metabolism, bioenergetics, and the regulation of biochemical pathways.</i> <i>The structural features of the main classes of biomolecules, already introduced in previous chemistry courses, will be revisited and further developed from a biochemical perspective, in order to understand structure-function relationships, macromolecular organization, enzyme activity, metabolic pathways, bioenergetic processes, and their regulation.</i> KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: <i>By the end of the course, knowledge of the structure of the main classes of biomolecules and of their biochemical roles should have been acquired. The principles governing protein structure and function, the mechanisms of enzyme catalysis, the logic of metabolic transformations, and the principles of bioenergetics should also be understood.</i> <i>The relationships between subcellular compartmentalization, metabolic pathway organization, and the metabolic specialization of cells, tissues, and organs should also be understood. Particular attention will be devoted to the main mechanisms regulating metabolic pathways and to their contribution to cellular biochemical homeostasis.</i> APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: <i>By the end of the course, the ability to apply biochemical knowledge to the understanding of the main molecular mechanisms underlying metabolism and energy transformation should have been acquired. The ability to relate biomolecular structure to biochemical function, to recognize the role of enzymes in metabolic transformations, and to understand the integration among different metabolic pathways should also be developed.</i>

	<i>The knowledge acquired should support a more informed approach to subsequent courses in the degree programme, particularly those requiring an understanding of biological processes at the molecular and biochemical level.</i> <i>MAKING JUDGEMENTS: The course will contribute to the development of critical analysis skills regarding the main biochemical processes and to an independent understanding of the relationships between molecular structure, biochemical function, metabolism, bioenergetics, and regulation. These skills will provide an essential basis for addressing more complex topics in the biological sciences and for orienting subsequent educational paths.</i> <i>COMMUNICATION SKILLS: By the end of the course, the ability to present the fundamental concepts of Biochemistry clearly, concisely, and rigorously, using appropriate scientific terminology, should have been acquired. The skills needed to describe the main biomolecules, enzymatic mechanisms, metabolic pathways, bioenergetic processes, and mechanisms of metabolic regulation should also be developed, with particular attention to the interconnections among biochemical pathways.</i> <i>LEARNING SKILLS: The course aims to provide the conceptual tools required to independently deepen knowledge of Biochemistry through the consultation of university textbooks, teaching materials, and scientific publications in the field. The ability to integrate biochemical knowledge with that acquired in other courses of the degree programme should also be developed, recognizing the central role of Biochemistry in the molecular understanding of biological processes.</i>
--	--

PREREQUISITI

Italiano	Per affrontare con profitto lo studio degli argomenti dell'insegnamento e raggiungere gli obiettivi formativi previsti, sono richieste conoscenze di base di Matematica, Fisica, Chimica Generale, Chimica Organica e Citologia. In particolare, risultano utili le conoscenze relative alla struttura della materia, al legame chimico, ai gruppi funzionali, alle proprietà delle principali classi di composti organici e all'organizzazione generale della cellula.
<i>English</i>	<i>To successfully study the course topics and achieve the intended learning objectives, basic knowledge of Mathematics, Physics, General Chemistry, Organic Chemistry, and Cell Biology is required. Familiarity with the structure of matter, chemical bonding, functional groups, the properties of the main classes of organic compounds, and the general organization of the cell will be beneficial.</i>

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	Biochimica strutturale e rapporto struttura-funzione delle biomolecole (26 ore di lezioni frontali) Richiami e approfondimenti, in prospettiva biochimica, sulla struttura delle principali classi di biomolecole. Struttura degli amminoacidi, classificazione e proprietà acido-base. Legame peptidico. Livelli di organizzazione strutturale delle proteine: struttura primaria, secondaria, terziaria e quaternaria. Proteine fibrose: alfa-cheratina, fibroina della seta e collagene. Struttura del collagene e modificazioni post-traduzionali. Proteine globulari: mioglobina ed emoglobina. Cooperatività del legame dell'ossigeno, equazione e coefficiente di Hill, effetto
-----------------	--

	Bohr, ruolo del 2,3-bisfosfoglicerato. Emoglobina F ed emoglobina S. Cenni alle amiloidosi come esempio di alterazione del <i>folding</i> proteico. Struttura dei monosaccaridi e dei loro derivati. Disaccaridi e polisaccaridi di rilevanza biologica: amilosio, amilopectina, glicogeno, cellulosa e chitina. Eteropolisaccaridi, glicosamminoglicani, proteoglicani e glicoproteine. Cenni alla parete batterica come esempio di organizzazione macromolecolare complessa. Struttura e proprietà biochimiche degli acidi grassi, dei triacilgliceroli, dei glicerofosfolipidi e degli sfingolipidi. Derivati dell'acido arachidonico: prostaglandine, leucotrieni e trombossani. Terpeni, poliprenoli, vitamine liposolubili, ubiquinone e dolicolo. Steroidi: colesterolo, ormoni steroidei, sali biliari e vitamina D. Membrane biologiche: organizzazione lipidica e proteica, esempi di proteine vettrici e canale e loro regolazione in prospettiva biochimica. Biochimica del metabolismo (32 ore di lezioni frontali) Principi generali della catalisi enzimatica. Cinetica enzimatica, equazione di Michaelis-Menten, rappresentazione di Lineweaver-Burk, inibizione competitiva, incompetitiva e mista. Meccanismi di regolazione dell'attività enzimatica. Enzimi a due substrati. Catabolismo dei carboidrati: glucosio, galattosio, mannosio e fruttosio. Glicolisi e destino metabolico del piruvato. Complesso della piruvato deidrogenasi. Ciclo degli acidi tricarbossilici. Degradazione e sintesi del glicogeno. Via dei pentosi fosfato. Regolazione del metabolismo glucidico. Metabolismo dei lipidi. Digestione, assorbimento e trasporto dei lipidi. Lipoproteine. Ossidazione degli acidi grassi saturi a numero pari e dispari, monoinsaturi e polinsaturi. Metabolismo del propionil-CoA. Corpi chetonici. Regolazione del catabolismo lipidico. Digestione delle proteine e assimilazione degli aminoacidi. Proteasi a serina. Degradazione intracellulare delle proteine: lisosomi e proteasoma. Destino del gruppo amminico degli aminoacidi: transaminasi, ciclo glucosio-alanina, ciclo dell'urea e relativa regolazione. Gluconeogenesi e ciclo di Cori. Metabolismo del glicerolo. Biosintesi delle glicoproteine. Biosintesi degli acidi grassi, allungamento, desaturazione e regolazione. Biosintesi di triacilgliceroli, glicerofosfolipidi, ceramidi e sfingolipidi. Biosintesi del colesterolo e dei suoi derivati. Sintesi e degradazione delle purine e delle pirimidine. Sintesi dei deossiribonucleotidi e della timidina. Regolazione delle principali vie biosintetiche. Bioenergetica (6 ore di lezioni frontali) Composti fosforilati ad alta energia. Catena di trasporto degli elettroni mitocondriale. Fosforilazione ossidativa: teoria chemiosmotica, struttura e meccanismo d'azione della F_0F_1-ATP sintasi, resa energetica. Sistemi navetta del malato-aspartato e del glicerolo-3-fosfato.
English	<i>Structural biochemistry and structure-function relationships of biomolecules (26 hours of lectures)</i> <i>Review and further discussion, from a biochemical perspective, of the structure of the main classes of biomolecules. Structure of amino acids, classification, and acid-base properties. Peptide bond. Levels of protein structural organization: primary, secondary, tertiary, and quaternary structure. Fibrous proteins: alpha-keratin, silk fibroin, and collagen. Collagen structure and post-translational modifications. Globular proteins: myoglobin and hemoglobin. Cooperativity of oxygen binding, Hill equation and Hill coefficient, Bohr effect, and role of 2,3-bisphosphoglycerate. Haemoglobin F and haemoglobin S. Overview of amyloidoses as examples of altered protein folding.</i>

	<i>Structure of monosaccharides and their derivatives. Disaccharides and polysaccharides of biological relevance: amylose, amylopectin, glycogen, cellulose, and chitin. Heteropolysaccharides, glycosaminoglycans, proteoglycans, and glycoproteins. Overview of the bacterial cell wall as an example of complex macromolecular organization.</i> <i>Structure and biochemical properties of fatty acids, triacylglycerols, glycerophospholipids, and sphingolipids. Arachidonic acid derivatives: prostaglandins, leukotrienes, and thromboxanes. Terpenes, polyprenols, fat-soluble vitamins, ubiquinone, and dolichol. Steroids: cholesterol, steroid hormones, bile salts, and vitamin D. Biological membranes: lipid and protein organization, examples of carrier and channel proteins, and their regulation from a biochemical perspective.</i> <i>Metabolic biochemistry (32 hours of lectures)</i> <i>General principles of enzyme catalysis. Enzyme kinetics, Michaelis-Menten equation, Lineweaver-Burk plot, competitive, uncompetitive, and mixed inhibition. Mechanisms regulating enzyme activity. Two-substrate enzymes.</i> <i>Carbohydrate catabolism: glucose, galactose, mannose, and fructose. Glycolysis and metabolic fate of pyruvate. Pyruvate dehydrogenase complex. Tricarboxylic acid cycle. Glycogen degradation and synthesis. Pentose phosphate pathway. Regulation of carbohydrate metabolism.</i> <i>Lipid metabolism. Digestion, absorption, and transport of lipids. Lipoproteins. Oxidation of even- and odd-chain saturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, and polyunsaturated fatty acids. Propionyl-CoA metabolism. Ketone bodies. Regulation of lipid catabolism.</i> <i>Protein digestion and amino acid assimilation. Serine proteases. Intracellular protein degradation: lysosomes and proteasome. Fate of amino acid nitrogen: transaminases, glucose-alanine cycle, urea cycle, and its regulation.</i> <i>Gluconeogenesis and Cori cycle. Glycerol metabolism. Glycoprotein biosynthesis. Fatty acid biosynthesis, elongation, desaturation, and regulation. Biosynthesis of triacylglycerols, glycerophospholipids, ceramide, and sphingolipids. Biosynthesis of cholesterol and its derivatives. Synthesis and degradation of purines and pyrimidines. Synthesis of deoxyribonucleotides and thymidine. Regulation of the main biosynthetic pathways.</i> <i>Bioenergetics (6 hours of lectures)</i> <i>High-energy phosphorylated compounds. Mitochondrial electron transport chain. Oxidative phosphorylation: chemiosmotic theory, structure and mechanism of action of F₀F₁-ATP synthase, and energy yield. Malate-aspartate and glycerol-3-phosphate shuttle systems.</i>
--	--

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Testi consigliati Nelson D. L., Cox M. M., Hoskins A. A., I principi di biochimica di Lehninger, Zanichelli, Bologna, 8ª edizione italiana, 2022. Testo di consultazione e approfondimento Mathews C. K., Van Holde K. E., Appling D. R., Anthony-Cahill S. J., Biochimica, Piccin Nuova Libreria, Padova, edizione italiana, 2014.
English	Recommended textbooks

	<i>Nelson D. L., Cox M. M., Hoskins A. A., Lehninger Principles of Biochemistry, Zanichelli, Bologna, 8th Italian edition, 2022.</i> <i>Reference and further-reading textbook</i> <i>Mathews C. K., Van Holde K. E., Appling D. R., Anthony-Cahill S. J., Biochemistry, Piccin Nuova Libreria, Padua, Italian edition, 2014.</i>
--	--

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Il programma è svolto mediante lezioni frontali, con l'ausilio di presentazioni predisposte dal docente per facilitare la comprensione progressiva degli argomenti trattati. I contenuti saranno presentati secondo un percorso logico che collega la struttura delle biomolecole, la catalisi enzimatica, il metabolismo e la bioenergetica, evidenziando le relazioni tra i diversi processi biochimici. Durante le lezioni saranno richiamati esempi utili a chiarire i passaggi concettualmente più complessi e a favorire il collegamento tra le diverse parti del programma. Al termine delle lezioni, il docente si rende disponibile a rispondere a eventuali domande e a fornire ulteriori chiarimenti sugli argomenti trattati. Il materiale didattico utilizzato a lezione sarà reso disponibile attraverso la piattaforma indicata dal docente. Sono inoltre previsti ricevimenti in giorni programmati, dedicati ad approfondimenti, chiarimenti e supporto allo studio degli argomenti del corso.
English	<i>The course is delivered through lectures, with the support of presentations prepared by the instructor to facilitate the progressive understanding of the topics covered. The contents will be presented according to a logical pathway linking biomolecular structure, enzyme catalysis, metabolism, and bioenergetics, highlighting the relationships among the different biochemical processes.</i> <i>During the lectures, examples will be provided to clarify the most conceptually complex topics and to facilitate connections among the different parts of the programme. At the end of each lecture, the instructor will be available to answer questions and provide further clarification on the topics covered.</i> <i>The teaching material used during the lectures will be made available through the platform indicated by the instructor.</i> <i>Office hours will also be scheduled on specific days and will be devoted to further discussion, clarification, and support in studying the course topics.</i>

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	La frequenza alle lezioni è facoltativa, ma fortemente consigliata per favorire la comprensione progressiva degli argomenti trattati, il collegamento tra le diverse parti del
----------	---

	programma e l'acquisizione di un metodo di studio orientato alla comprensione dei processi biochimici, più che alla semplice memorizzazione delle nozioni. Durante lo svolgimento dell'insegnamento saranno fornite indicazioni sull'organizzazione delle lezioni, sul materiale didattico disponibile e sulle modalità più efficaci di preparazione all'esame.
English	<i>Attendance at lectures is optional but strongly recommended, as it facilitates the progressive understanding of the topics covered, the connection among the different parts of the programme, and the development of a study method focused on understanding biochemical processes rather than simply memorizing concepts.</i> <i>During the course, information will be provided on the organization of the lectures, the available teaching materials, and the most effective ways to prepare for the exam.</i>

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

- ☒ Prova scritta
 ☒ Prova orale
 ☐ Prova di laboratorio
 ☐ Prova pratica
☒ Valutazione in itinere
 ☐ Valutazione di progetto
 ☐ Valutazione di tirocinio

COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

Katia Aquilano, Fabio Ciccarone, Maria Rosa Ciriolo, Andrea Battistoni
--

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	L'esame finale consiste in una prova scritta, il cui superamento consente l'accesso alla successiva prova orale. Sono previste due prove scritte in itinere facoltative, una durante lo svolgimento delle lezioni e una al termine del corso. Il superamento di entrambe le prove in itinere esonera dallo svolgimento della prova scritta finale e consente l'accesso diretto alla prova orale finale. Le prove scritte sono finalizzate a valutare preliminarmente la conoscenza dei contenuti del programma, la comprensione dei principali processi biochimici e la capacità di applicare le conoscenze acquisite alla risoluzione di quesiti e problemi inerenti agli argomenti trattati nel corso. La prova orale consente di approfondire la verifica della preparazione complessiva, della capacità di collegare tra loro i diversi argomenti, di utilizzare correttamente il linguaggio scientifico e di discutere in modo critico i principali processi biochimici. La valutazione tiene conto del livello di conoscenza e comprensione degli argomenti, della capacità di integrare e rielaborare le conoscenze acquisite, della correttezza del linguaggio scientifico e della capacità di stabilire collegamenti tra struttura delle biomolecole, metabolismo, bioenergetica e regolazione metabolica. La valutazione sarà espressa in trentesimi secondo i seguenti criteri: Non idoneo: preparazione insufficiente, caratterizzata da lacune rilevanti nella conoscenza e comprensione degli argomenti fondamentali, incapacità di collegare i diversi concetti biochimici e utilizzo inadeguato della terminologia scientifica. 18–21: acquisizione dei concetti fondamentali della disciplina e comprensione degli argomenti principali, con capacità espositiva e linguaggio scientifico sufficientemente corretti.
----------	---

	22–25: buona conoscenza degli argomenti del corso, adeguata capacità di collegare i diversi processi biochimici e corretto utilizzo della terminologia scientifica. 26–29: preparazione completa e ben organizzata, buona capacità di integrazione e rielaborazione delle conoscenze, autonomia nell'analisi dei processi biochimici e utilizzo appropriato del linguaggio scientifico. 30–30 e lode: preparazione eccellente, approfondita e criticamente rielaborata, piena padronanza degli argomenti trattati, elevata capacità di integrazione tra i diversi aspetti della disciplina e utilizzo rigoroso e preciso del linguaggio biochimico.
English	<i>The assessment is designed to verify the achievement of the course learning objectives and the acquisition of the knowledge and skills expected in the intended learning outcomes.</i> <i>The final examination consists of a written test, the successful completion of which allows access to the subsequent oral examination.</i> <i>Two optional written midterm tests are scheduled, one during the course and one at the end of the course. Successful completion of both midterm tests exempts candidates from taking the final written test and allows direct access to the final oral examination.</i> <i>The written tests are aimed at preliminarily assessing knowledge of the course contents, understanding of the main biochemical processes, and the ability to apply the acquired knowledge to questions and problems related to the topics covered during the course.</i> <i>The oral examination allows a more in-depth evaluation of the overall preparation, the ability to establish connections among different topics, the correct use of scientific terminology, and the ability to critically discuss the main biochemical processes.</i> <i>The final assessment takes into account the level of knowledge and understanding of the course topics, the ability to integrate and elaborate on the acquired knowledge, the appropriate use of scientific terminology, and the ability to establish connections among biomolecular structure, metabolism, bioenergetics, and metabolic regulation.</i> <i>The final grade will be expressed on a 30-point scale according to the following criteria:</i> Fail: <i>insufficient preparation, characterized by significant gaps in the knowledge and understanding of fundamental topics, inability to establish connections among different biochemical concepts, and inappropriate use of scientific terminology.</i> 18–21: <i>acquisition of the fundamental concepts of the discipline and understanding of the main topics, with sufficiently correct communication skills and scientific language.</i> 22–25: <i>good knowledge of the course topics, adequate ability to connect different biochemical processes, and correct use of scientific terminology.</i> 26–29: <i>comprehensive and well-organized preparation, good ability to integrate and elaborate on acquired knowledge, autonomy in the analysis of biochemical processes, and appropriate use of scientific language.</i> 30–30 cum laude: <i>excellent, in-depth, and critically elaborated preparation, full mastery of the topics covered, outstanding ability to integrate different aspects of the discipline, and rigorous and precise use of biochemical terminology.</i>