

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Fisica Biologica 2

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	FISICA
Codice	8065496-8068193	Canale	Unico
CFU	6	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Velia Minicozzi

CODOCENTE

Francesco Stellato

Modulo:

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: L'insegnamento prevede sia lezioni frontali che esercitazioni allo scopo di acquisire le basi della fisica dei sistemi biologici utilizzando metodi matematici ed analisi fisiche dedicate. CAPACITÀ DI APPRENDERE: L'insegnamento prevede sia lezioni frontali che esercitazioni basate sulle conoscenze acquisite e svolte in modo collettivo o autonomo. Gli studenti dovranno sviluppare le capacità di apprendimento necessarie a intraprendere gli studi successivi con un alto grado di autonomia. COMUNICAZIONE: Verranno forniti gli strumenti perchè gli studenti possano comunicare informazioni e proporre problemi e soluzioni al di fuori dell'ambito di studio a specialisti sia del proprio ambito disciplinare che in ambiti affini quali la Chimica, la Biologia e la Medicina. AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Si deve formare lo studente in modo che acquisti la capacità di raccogliere e interpretare i dati in modo da giudicarne la validità scientifica. Una attenzione particolare verrà data al problema oggi pressante di gestire le ricchissime banche dati disponibili. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE: Le esercitazioni avranno lo scopo di verificare che gli studenti sono in grado di comunicare informazioni, idee, problemi e soluzioni a interlocutori specialisti e non specialisti. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE: Si verificherà periodicamente che gli studenti stiano acquisendo quelle capacità necessarie a interpretare criticamente sia libri di testo specialistici che, e soprattutto (data la velocissima evoluzione del settore) articoli scientifici. ABILITÀ COMUNICATIVE: Il lavoro svolto nelle esercitazioni servirà anche a rendere gli
-----------------	---

	studenti in grado di presentare la propria ricerca o i risultati di una ricerca bibliografica in pubblico. A tal fine e' importante avere una conoscenza dell'inglese sufficiente per la comprensione di testi scientifici, attraverso la partecipazione a corsi di inglese specifici per la Macroarea di Scienze. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Saranno stimolati ad affrontare campi di ricerca interdisciplinari anche per mezzo di uno studio autonomo.
English	LEARNING OUTCOMES: Teaching is based on frontal lectures and exercises, aiming at developing a basic knowledge of biophysics concept, making use of both dedicated mathematical methods and physics analysis. KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: Teaching rests on frontal lectures and exercises based on general knowledge acquired both collectively as well as autonomously. Students will be asked to develop the learning skills needed to continue their studies with a high degree of independence. COMUNICATION: Students will be provided with adequate conceptual tools that would allow them to communicate information and suggest problems as well as solutions beyond their strict University context to scholars belonging to both their own strict disciplinary area and in nearby research areas like Chemistry, Biology and Medicine. MAKING JUDGEMENTS: Students must be able to acquire the ability of correctly collecting and interpreting experimental data so as to be able to judge their scientific value. Special attention will be paid to the problem of handling the gigantic biological data Banks today available. COMMUNICATION SKILLS: The main goal of exercises and tutorials is to check that students are able to exchange information, ideas, problems and solutions to experts as well as non-experts. The work done during tutorials should allow the students to properly present in public their own research as well as the results of a bibliographic analysis. To this end it is necessary that the students acquire an adequate knowledge of English sufficient to understand today's scientific literature, exploiting the English courses offered by the Faculty. LEARNING SKILLS: Tests will be periodically performed to check the student ability to critically evaluate general textbooks and specialized scientific papers. Students should also be prepared and trained to be ready for their possible future PhD studies.

PREREQUISITI

Italiano	Agli studenti è richiesta la preparazione di base comune agli altri studenti del corso di studi in Fisica e di aver superato l'esame di Fisica Biologica 1
English	<i>Students should have the skills required to a student of Physics at the same level and to have already passed the Biologica Physics 1 exam.</i>

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	Modifiche post-traduzionali delle proteine e loro ruolo funzionale. Cofattori e ioni metallici nelle proteine. Enzimi: principi di cinetica enzimatica e regolazione dell'attività enzimatica. Emoglobina come sistema modello: cooperatività e allosteria; modello di Monod–Wyman–Changeux. Operone lattosio come esempio di sistema regolato. Reti di regolazione genica. Concetto di feedback positivo e negativo. Stabilità, dinamica e rumore nei sistemi biologici. La cellula come sistema fisico complesso e fuori dall'equilibrio. Struttura della cellula: organelli, organizzazione spaziale, compartimentazione e scale di lunghezza. Biofisica delle membrane biologiche: struttura, proprietà fisiche e modelli di membrana. Diffusione nella cellula: moto browniano, diffusione limitata e crowding molecolare. Trasporto attraverso le membrane biologiche: trasporto passivo e attivo, canali ionici, trasportatori e pompe. Accoppiamento tra trasporto, energia e regolazione cellulare. Processi di crescita e divisione cellulare e loro alterazioni; perdita di controllo dei meccanismi regolativi, tumore come sistema complesso fuori dall'equilibrio. Meccanismi molecolari di interazione chemioterapici-cellula. Origine della vita e auto-organizzazione. Scenari fisici per l'origine della vita. Il modello di Eigen, ipercicli e selezione molecolare. Relazione tra selezione, informazione e complessità. Sistema immunitario. Antigeni e anticorpi. Complesso maggiore di istocompatibilità. Interazioni molecolari nel riconoscimento immunitario. Specificità e affinità. Introduzione a modelli matematici del sistema immunitario. Cenni su modellizzazione e sviluppo di farmaci. Intelligenza artificiale e predizione strutturale in biofisica. Limiti dei modelli fisici classici nella descrizione dei sistemi biologici complessi. Introduzione al machine learning in biofisica. AlphaFold come caso di studio.
English	<i>Post-translational modifications of proteins and their functional role. Cofactors and metal ions in proteins. Enzymes: principles of enzyme kinetics and regulation of enzymatic activity. Hemoglobin as a model system: cooperativity and allostery; the Monod–Wyman–Changeux model. The lactose operon as an example of a regulated system. Gene regulatory networks. Concepts of positive and negative feedback. Stability, dynamics, and noise in biological systems.</i> <i>The cell as a complex physical system far from equilibrium. Cell structure: organelles, spatial organization, compartmentalization, and length scales. Biophysics of biological membranes: structure, physical properties, and membrane models. Diffusion in the cell: Brownian motion, diffusion limitation, and molecular crowding. Transport across biological membranes: passive and active transport, ion channels, transporters, and pumps. Coupling between transport, energy, and cellular regulation. Processes of cell growth and division and their alterations; loss of control of regulatory mechanisms, cancer as a complex system far from equilibrium. Molecular mechanisms of chemotherapeutic agent–cell interactions.</i> <i>Origin of life and self-organization. Physical scenarios for the origin of life. Eigen's model, hypercycles, and molecular selection. Relationship between selection, information, and complexity.</i>

	<i>The immune system. Antigens and antibodies. Major histocompatibility complex. Molecular interactions in immune recognition. Specificity and affinity. Introduction to mathematical models of the immune system. Overview of drug modeling and development.</i> <i>Artificial intelligence and structural prediction in biophysics. Limitations of classical physical models in describing complex biological systems. Introduction to machine learning in biophysics. AlphaFold as a case study.</i>
--	---

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Sono fornite dispense in forma elettronica e cartacea. Sono utilizzati alcuni Capitoli dai seguenti testi: "Molecular Biology of the cell" – Alberts et al.; "Physical Biology of the Cell" – Phillips et al.
English	Lecture notes are provided in both electronic and printed form. Selected chapters from the following textbooks are used: <i>Molecular Biology of the Cell</i> – Alberts et al.; <i>Physical Biology of the Cell</i> – Phillips et al.

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Lezioni in aula e lezioni ed esercitazioni al computer.
English	<i>Lectures and computer-based practical sessions.</i>

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	Frequenza facoltativa ma fortemente consigliata.
English	<i>Attending is optional but strongly recommended.</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

Velia Minicozzi, Francesco Stellato

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	La prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri: Non idoneo: importanti carenze e/o inaccuratezza nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni. 18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti. 21-23: Conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; Capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente. 24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi con argomentazioni espresse in modo rigoroso. 27-29: Conoscenza e comprensione degli argomenti completa; notevoli capacità di analisi, sintesi. Buona autonomia di giudizio. 30-30L: Ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di analisi e di sintesi e di autonomia di giudizio. Argomentazioni espresse in modo originale.
<i>English</i>	The examination will be evaluated according to the following criteria: Ineligible: imajor deficiencies and/or inaccuracy in knowledge and understanding of topics; limited analytical and synthesis skills, frequent generalizations. 18-20: knowledge and understanding of topics only sufficient with possible imperfections; analytical skills, synthesis and judgment autonomy just sufficient. 21-23: knowledge and understanding of topics at a basic level; Correct analysis and synthesis skills with consistent logical reasoning. 24-26: Fair knowledge and understanding of the topics; good analytical and synthesis skills with rigorous arguments. 27-29: Ccomplete knowledge and understanding of the topics; remarkable ability of analysis, synthesis. Good autonomy of judgment. 30-30L: Excellent level of knowledge and understanding of topics. Remarkable ability of analysis and synthesis and autonomy of judgment. Arguments expressed in an original way