



SCHEMA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

CHIMICA FISICA BIOLOGICA BIOPHYSICAL CHEMISTRY

SSD CHIM 02

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: LAUREA MAGISTRALE IN BIOLOGIA

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: PROF. POMPEA GIUSEPPINA GRAZIA DEL VECCHIO

TELEFONO: 081-674255

EMAIL: POMPEA.DELVECCHIO@UNINA.IT

INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I

SEMESTRE (I):

CFU: 6

INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno

EVENTUALI PREREQUISITI

Conoscenze della chimica di base e nozioni di base di matematica relativamente all'uso di semplici integrali e derivate nonché di semplici funzioni matematiche e loro rappresentazione grafica.

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso ha come obiettivo formativo quello di fornire conoscenze di base della chimica fisica biologica. Si affronterà lo studio dei principi di base della termodinamica, cinetica, interazioni molecolari e spettroscopia con le loro potenziali applicazioni ai sistemi biologici. Il corso ha lo scopo di fornire allo studente le informazioni necessarie alla comprensione delle proprietà delle macromolecole biologiche e delle interazioni alla base della loro funzione biologica. Obiettivo del corso sarà quello di permettere l'acquisizione da parte dei discenti, di conoscenze approfondite dei principi della termodinamica, della cinetica chimica e spettroscopia che permetteranno la comprensione della stabilità e del riconoscimento molecolare nei sistemi biologici. Attraverso la comprensione delle forze che governano la stabilità e il binding di macromolecole sarà possibile guidare lo studente verso lo sviluppo di competenze specialistiche idonee alla valutazione quantitativa dei processi di riconoscimento molecolare.

The objective of the course is to provide basic knowledge of biophysical chemistry. We will present the basic principles of thermodynamics, kinetics, molecular interaction and spectroscopy with their potential applications to biological systems. The course aims to provide the student with the information necessary to understand the properties of biological macromolecules and the interactions underlying their biological function. The aim of the course will be to allow students to acquire in-depth knowledge of the principles of thermodynamics, kinetics and spectroscopy that will allow the understanding of molecular stability and recognition in biological systems. By understanding the forces regulating macromolecular stability and binding, it will be possible to guide the student towards the development of specialized skills suitable for the quantitative assessment of molecular recognition processes.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente deve dimostrare di conoscere i principi della termodinamica chimica, della cinetica e della spettroscopia per essere in grado di: a) descrivere le proprietà di un sistema all'equilibrio, b) descrivere i parametri macroscopici della cinetica chimica, c) descrivere il processo di denaturazione delle macromolecole biologiche, d) determinare i parametri termodinamici che descrivono i loro processi di riconoscimento molecolare.

Knowledges of the basic principles of thermodynamics, kinetics and spectroscopy are required: a) to describe the thermodynamic properties of the equilibrium systems, b) to determine the macroscopic parameters of the chemical kinetics, c) to describe the denaturation processes in macromolecules c) to determine thermodynamic parameters describing their binding processes.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente deve dimostrare di sapere applicare gli strumenti metodologici della chimica fisica biologica, in particolare deve essere in grado di: a) risolvere semplici problemi di termodinamica e cinetica chimica; b) calcolare i parametri termodinamici associati a processi di denaturazione termica e chimica; c) calcolare i parametri di binding per sito singolo e siti multipli. Deve inoltre essere in grado di presentare correttamente e interpretare dati sperimentali di laboratorio.

Ability to understand the basic tools of biophysical investigation on the properties of bio-macromolecules in solution: a) to solve basic problems of thermodynamics and chemical kinetics, b) to calculate the

thermodynamics of simple denaturation processes, c) to calculate the single and multiple sites binding parameters. The appropriate presentation, evaluation and discussion of experimental data is also required.

PROGRAMMA-SYLLABUS

- **Le leggi della termodinamica.** La termochimica. Definizioni delle funzioni entalpia, entropia ed energia di Gibbs e loro proprietà. Criteri di spontaneità e condizione di equilibrio (1CFU).
- **L'equilibrio chimico** nei sistemi gassosi. Potenziale chimico. Grado di avanzamento di una reazione. Costante di equilibrio. Reazioni in soluzione. Bioenergetica. Reazioni accoppiate. (1CFU).
- **Cinetica chimica.** La velocità di reazione e le equazioni integrate. L'ordine di reazione e la molecolarità. L'effetto della temperatura sulla velocità delle reazioni. Le reazioni in soluzione (1 CFU).
- **Binding di piccoli ligandi alle macromolecole.** Definizione e misura sperimentale del binding. Binding a sito singolo per macromolecola e a siti multipli. Siti multipli indipendenti ed equivalenti; siti non equivalenti; siti cooperativi. Rappresentazioni grafiche. (1CFU).
- **Termodinamica della denaturazione.** Denaturazione termica e denaturazione indotta da denaturanti chimici. Modello a due stati e analisi di van't Hoff. Curva di stabilità delle proteine (1CFU).
- **LABORATORIO:** Metodi spettroscopici per lo studio della denaturazione di piccole proteine globulari. **Spettroscopia UV/Vis. Dicroismo Circolare. Fluorescenza.** (1CFU)

Contents

- **The thermodynamics laws.** Definitions and properties of the enthalpy, entropy and Gibbs energy functions. Gibbs energy and phase equilibria (1CFU).
- **Chemical equilibrium in gaseous systems.** Chemical potential. Reactions in solution. Bioenergetics. The standard state in biochemistry. ATP- the currency of energy. Principles of coupled reactions (1CFU).
- **Chemical kinetic,** Reaction rate. Reaction order. Determination of reaction order. The effect of temperature on reaction rate (1CFU).
- **Binding of ligands to macromolecules.** One binding site per macromolecule. Multiple equivalent and independent binding sites. Binding to non-equivalent sites. Cooperative binding. Equilibrium dialysis. Graphical representations (1CFU).
- **Protein denaturation.** The physical nature of non-covalent interactions. Water properties. Protein stability: stability of the folded conformation. Unfolded conformations. Thermodynamics of protein denaturation. Two-state model and van't Hoff analysis (1CFU). Laboratory contents: **UV/Vis absorption spectroscopy. Circular dichroism. Fluorescence.** (1CFU).

MATERIALE DIDATTICO

Testo di riferimento: R. Chang *Chimica Fisica* – Zanichelli

Testi di consultazione: K. E. van Holde et al. *Principles of Physical Biochemistry* - Prentice Hall
I. Tinoco et al. *Physical Chemistry Principles and Applications in Biological Sciences*, Prentice Hall. Dispense delle lezioni

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Il docente utilizzerà lezioni frontali, seminari di altri esperti del settore, esercitazioni teoriche e di laboratorio.

The course will include lectures, seminars by other experts in the field, and practical sessions including laboratories.

VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova

scritta e orale	x
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	x

(*) È possibile rispondere a più opzioni

b) Modalità di valutazione:

L'esame di fine corso mira a verificare e valutare il raggiungimento degli obiettivi didattici relativi agli argomenti riportati in grassetto nel programma. Durante la prova finale lo studente verrà interrogato sugli argomenti indicati nella sezione "domande di esame più frequenti". Sarà oggetto di valutazione il grado di completezza della risposta, il livello di integrazione tra i vari contenuti del corso e l'appropriatezza scientifica del linguaggio. Il raggiungimento da parte dello studente di una visione organica dei temi affrontati a lezione, congiunta alla loro utilizzazione critica, la capacità di fare collegamenti, la dimostrazione del possesso di una padronanza espressiva e di linguaggio specifico saranno valutati con voti di eccellenza. La frequenza assidua e la partecipazione alle attività in aula saranno considerati elementi positivi di valutazione.

The final exam aims at verifying the achievement of educational targets related to the subjects highlighted in bold under contents. During the final examination, the student will be asked about the subjects indicated in the section "frequently asked questions during exam". The degree of completeness of the answer, the level of integration between the different topics of the course and the scientific suitability of the speech will be assessed. The achievement of a comprehensive view of themes presented during lessons, together with their critical presentation, the ability to make connections, technical language skills, will be evaluated with excellent scores. The score will be given also taking into account the attendance to the course and the participation in the classroom activities.

DOMANDE D'ESAME PIU' FREQUENTI

La prima, seconda e terza legge della termodinamica.

La funzione entalpia: proprietà e calcoli di entalpia.

La funzione entropia: proprietà e calcoli di entropia.

La funzione energia di Gibbs e le sue proprietà.

Le reazioni accoppiate e ruolo dell'ATP.

Definizione di potenziale chimico e costante di equilibrio.

Dipendenza della costante di equilibrio dalla temperatura.

Forze dominanti nel folding delle proteine.

Interazione idrofobica e ruolo del solvente acquoso.

Parametri termodinamici associati al processo di denaturazione termica e chimica

Spettroscopia UV/vis: i principi di base e applicazioni

Dicroismo circolare: i principi di base e applicazioni

Fluorescenza: i principi di base e applicazioni

Equilibrio di dialisi e determinazione della costante di binding.

Grafico diretto, grafico di Scatchard e grafico di Hill.

FREQUENTLY ASKED QUESTIONS DURING EXAM

The first, second and third law of thermodynamics.
The enthalpy function: properties and calculations.
The entropy function: properties and calculations.
The Gibbs energy function: properties and calculations.
Principles of coupled reactions and the role of ATP.
Chemical potential and equilibrium constant.
Temperature dependence of the equilibrium constant.
Dominant forces in protein folding and role of the water solvent
Chemical kinetics: reaction order calculation.
Protein thermal denaturation
Denaturant-induced unfolding of proteins.
Spectroscopy UV/Vis
Principles and applications of circular dichroism
Principles and applications of fluorescence spectroscopy.
Equilibrium dialysis and binding constant determination.
Scatchard and Hill data analysis.