

Testi del Syllabus

Resp. Did. **DONATI IVAN** **Matricola: 009121**

Docente **DONATI IVAN, 6 CFU**

Anno offerta: **2020/2021**

Insegnamento: **720SM - BIOFISICA MOLECOLARE**

Corso di studio: **ME02 - BIOTECNOLOGIE MEDICHE**

Anno regolamento: **2019**

CFU: **6**

Settore: **BIO/10**

Tipo Attività: **B - Caratterizzante**

Anno corso: **2**

Periodo: **Primo Semestre**

Sede: **TRIESTE**



Testi in italiano

Lingua insegnamento Inglese

Contenuti (Dipl.Sup.)

1. Massa, dimensioni e forma dei biopolimeri
 - 1.1 Peso molecolare (MW) e distribuzioni del peso molecolare (MWD)
 - 1.2 Forma dei biopolimeri
 - 1.3 Conformazioni ordinate
 - 1.4 Statistica configurazionale: dimensioni imperturbate medie delle catene biopolimeriche. Effetto dei vincoli sulle dimensioni. Catene Gaussiane.
Catene Kratky-Porod.
 - 1.5 Comportamento dei biopolimeri in soluzione
 - 1.6 Viscosità di una soluzione polimerica
 - 1.6.1 Equazione di Mark-Houwink e peso molecolare medio viscosimetrico
 - 1.7 Esempi di utilizzo di biopolimeri in campo biomedico
2. Chimica-fisica dei sistemi biopolimerici e loro applicazioni biologiche
 - 2.1 Termodinamica delle soluzioni polimeriche
 - 2.2 Transizioni conformazionali di biopolimeri
 - 2.2.1 Cooperatività. Unità cooperativa
 - 2.2.2 Transizioni conformazionali indotte dalla temperatura
 - 2.2.3 DH(calorimetrico) e DH(van't Hoff): calcolo della lunghezza dell'unità cooperativa
 - 2.3 Associazione (binding) di biopolimeri ed a biopolimeri
 - 2.3.1 Associazioni di macromolecole
 - 2.3.2 Interazioni di ligandi con siti di legame su biopolimeri; diagramma di Scatchard
 - 2.3.3 Interazioni cooperative; deviazioni dal diagramma di Scatchard
 - 2.4 Polielettroliti
 - 2.4.1 Cenni di teoria degli elettroliti semplici; forza ionica
 - 2.4.2 Cenni di teoria dei polielettroliti; applicazioni dei polielettroliti
 - 2.4.3 Effetto Donnan
 - 2.4.4 Viscosità di una soluzione polielettrolitica
 - 2.4.5 Esempi di effetti polielettrolitici ed applicazioni biologiche

- 2.5 Formazione di idrogeli
 - 2.5.1 Descrizione delle soluzioni semi-diluite
 - 2.5.2 idrogeli e teoria dell'elasticità della gomma
 - 2.5.3 idrogeli di biopolimeri ed esempi di applicazioni in ambito cellulare e biomedico
- 2.6 Proprietà meccaniche e interazioni con sistemi biologici
 - 2.6.1 Correlazione tra proprietà elastiche e caratteristiche delle catene biopolimeriche
 - 2.6.2 Elementi di reologia e comportamento viscoelastico dei materiali
 - 2.6.3 Meccanica dei biopolimeri e meccanica cellulare. Effetto delle proprietà fisiche del materiale sulla risposta cellulare
- 3. Tecniche sperimentali
 - 3.1 Size Exclusion Chromatography e pressione osmotica
 - 3.2 Light scattering o diffusione della luce
 - 3.3 Dicroismo circolare (CD) e cenni alla dispersione ottica rotatoria (ORD)
 - 3.4 Calorimetria differenziale a scansione (DSC)
 - 3.5 Reologia e studio delle interazioni viscoelastiche tra cellule e materiali
 - 3.6 Risonanza Nucleare Magnetica

Testi di riferimento

1. Biophysical Chemistry (3 voll) (C.R. Cantor & P.R. Schimmel, W.H. Freeman & Co., NY) (per le parti indicate), disponibile presso la Segreteria del Corso di Laurea (c/o manager didattico)
2. Fondamenti di Scienza dei Polimeri - AIM - a cura di M. Guaita et al. Pacini Editore, Pisa, 1998. Capitolo 1 (pg 1-9), Capitolo 2 (pg 23-31 e 36-46); capitolo 7; capitolo 8.

Verranno forniti appunti del corso da parte del docente.

Obiettivi formativi

Conoscenza e comprensione. Al termine del corso lo studente dovrà aver acquisito le conoscenze di base della biofisica molecolare. Lo studente dovrà essere in grado di analizzare, comprendere e discutere aspetti del comportamento dei polimeri, della loro caratterizzazione e delle proprietà tecnologiche nonché l'applicazione alle nanotecnologie. Lo studente dovrà essere in grado di elaborare in maniera fluente approcci adatti alla spiegazione delle proprietà dei biopolimeri e al loro utilizzo in campo della ricerca e tecnologico.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione. Al termine del corso lo studente dovrà essere in grado di applicare le conoscenze acquisite alla descrizione delle proprietà dei polimeri, con particolare riguardo ai biopolimeri, e al loro corretto utilizzo e caratterizzazione. Lo studente dovrà anche essere in grado di proporre approcci sperimentali e teorici adeguati per spiegare i comportamenti osservati delle biomolecole.

Autonomia di giudizio. Lo studente dovrà essere in grado di affrontare la descrizione chimico-fisica delle macromolecole, con particolare attenzione ai biopolimeri, giustificando le loro proprietà e comportamenti in soluzione su basi chimico-fisiche adeguate. Lo studente dovrà essere in grado di scegliere le metodologie per caratterizzare e selezionare i polimeri più opportuni per applicazioni tecnologiche e nanotecnologiche.

Abilità comunicative. Lo studente dovrà essere in grado di intervenire in una discussione sulle biomacromolecole esponendo in maniera fluente le nozioni imparate.

Capacità di apprendimento. Lo studente dovrà essere in grado di trasferire le nozioni imparate nel campo applicativo e della ricerca relativa alle biomacromolecole.

Prerequisiti

Conoscenza degli elementi di base di chimica, fisica, biochimica e termodinamica.

Metodi didattici	<p>Lezioni frontali in aula supportate da alcune presentazioni in formato elettronico contenenti esempi ed immagini esplicative degli argomenti trattati.</p> <p>Eventuali cambiamenti alle modalità qui descritte, che si rendessero necessari per garantire l'applicazione dei protocolli di sicurezza legati all'emergenza COVID19, saranno comunicati nel sito web di Dipartimento, del Corso di Studio e dell'insegnamento.</p>
Altre informazioni	<p>Materiale didattico aggiuntivo verrà caricato sulla piattaforma Moodle e potrà essere richiesto contattando il docente attraverso la mail istituzionale.</p>
Modalità di verifica dell'apprendimento	<p>La verifica dell'apprendimento riguarda la conoscenza dell'argomento, la capacità di affrontare una discussione sul tema dei biopolimeri e dei loro utilizzi in ricerca e nel campo biotecnologico. La prova orale, in forma di colloquio con l'esaminatore, verterà su argomenti e concetti spiegati ed esposti durante le lezioni frontali. Allo studente vengono rivolti almeno tre quesiti riguardanti argomenti trattati. Lo studente durante la prova orale dovrà dimostrarsi in grado di esporre con chiarezza le conoscenze acquisite, dimostrando la loro completa comprensione. Lo studente dovrà essere in grado di collegare tra loro argomenti diversi affrontati durante le lezioni.</p> <p>Eventuali cambiamenti alle modalità qui descritte, che si rendessero necessari per garantire l'applicazione dei protocolli di sicurezza legati all'emergenza COVID19, saranno comunicati nel sito web di Dipartimento, del Corso di Studio e dell'insegnamento.</p>
Programma esteso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Massa, dimensioni e forma dei biopolimeri <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Peso molecolare (MW) e distribuzioni del peso molecolare (MWD) 1.2 Forma dei biopolimeri 1.3 Conformazioni ordinate 1.4 Statistica configurazionale: dimensioni imperturbate medie delle catene biopolimeriche. Effetto dei vincoli sulle dimensioni. Catene Gaussiane. <ul style="list-style-type: none"> Catene Kratky-Porod. 1.5 Comportamento dei biopolimeri in soluzione 1.6 Viscosità di una soluzione polimerica <ol style="list-style-type: none"> 1.6.1 Equazione di Mark-Houwink e peso molecolare medio viscosimetrico 1.7 Esempi di utilizzo di biopolimeri in campo biomedico 2. Chimica-fisica dei sistemi biopolimerici e loro applicazioni biologiche <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Termodinamica delle soluzioni polimeriche 2.2 Transizioni conformazionali di biopolimeri <ol style="list-style-type: none"> 2.2.1 Cooperatività. Unità cooperativa 2.2.2 Transizioni conformazionali indotte dalla temperatura <ol style="list-style-type: none"> 2.2.3 DH(calorimetrico) e DH(van't Hoff): calcolo della lunghezza dell'unità cooperativa 2.3 Associazione (binding) di biopolimeri ed a biopolimeri <ol style="list-style-type: none"> 2.3.1 Associazioni di macromolecole 2.3.2 Interazioni di ligandi con siti di legame su biopolimeri; diagramma di Scatchard 2.3.3 Interazioni cooperative; deviazioni dal diagramma di Scatchard 2.4 Polielettroliti <ol style="list-style-type: none"> 2.4.1 Cenni di teoria degli elettroliti semplici; forza ionica 2.4.2 Cenni di teoria dei polielettroliti; applicazioni dei polielettroliti 2.4.3 Effetto Donnan 2.4.4 Viscosità di una soluzione polielettrolitica 2.4.5 Esempi di effetti polielettrolitici ed applicazioni biologiche 2.5 Formazione di idrogeli <ol style="list-style-type: none"> 2.5.1 Descrizione delle soluzioni semi-diluite 2.5.2 idrogeli e teoria dell'elasticità della gomma <ol style="list-style-type: none"> 2.5.3 idrogeli di biopolimeri ed esempi di applicazioni in ambito cellulare e biomedico 2.6 Proprietà meccaniche e interazioni con sistemi biologici <ol style="list-style-type: none"> 2.6.1 Correlazione tra proprietà elastiche e caratteristiche delle catene biopolimeriche 2.6.2 Elementi di reologia e comportamento viscoelastico dei materiali 2.6.3 Meccanica dei biopolimeri e meccanica cellulare. Effetto delle

proprietà fisiche del materiale sulla risposta cellulare

3. Tecniche sperimentali

3.1 Size Exclusion Chromatography e pressione osmotica

3.2 Light scattering o diffusione della luce

3.3 Dicroismo circolare (CD) e cenni alla dispersione ottica rotatoria (ORD)

3.4 Calorimetria differenziale a scansione (DSC)

3.5 Reologia e studio delle interazioni viscoelastiche tra cellule e materiali

3.6 Risonanza Nucleare Magnetica



Testi in inglese

English

1. Mass, dimension and shape of biopolymers

1.1 Molecular weight (MW) and distribution of the molecular weight (MWD)

1.3 Shape of biopolymers

1.4 Ordered conformations

1.5 Configurational statistics: unperturbed dimension of biopolymer chains, Effect of restrictions on chain dimensions. Gaussian chains. Kratky-Porod chains

1.6 Biopolymer behavior in solution

1.6.1 Mark-Howink equation and visosimetric average molecular weight

1.7 Examples of use of biopolymer solutions in biomedical field

2. Physcal-chemistry of biopolymer solutions and their biological applications

2.1 Thermodynamics of polymer solutions

2.2. Conformational transitions in biopolymers

2.2.1 Cooperativity. Cooperative unit

2.2.2 Conformational transitions induced by temperature

2.2.3 DH(calorimetry) and DH (van't Hoff): determination of the lenght of the cooperative unit.

2.2.4 Conformational transitions and gelation

2.3 Binding of and to biopolymers

2.3.1 Macromolecular binding

2.3.2 Interaction of ligands with binding sites on macromolecules; Scatchard plot

2.3.3 Cooperative interactions: deviations from Scatchard plot

2.4 Polyelectrolytes

2.4.1 Simple electrolytes. Ionic strength

2.4.2 Theory of the polyelectrolytes. Applications of polyelectrolytes

2.4.3 Donnan effect

2.4.4 Viscosity of a polyelectrolyte solution

2.4.5 Polyelectrolyte effects and biological applications

2.5 Hydrogel formation

2.5.1 Description of semi-dilute solutions

2.5.2 Hydrogels and rubber elasticity theory

2.5.3 Biopolymer hydrogels and examples of applications in cell and biomaterials field

2.6 Mechanical properties and interactions with biological systems

2.6.1 Correlation between elastic properties and characteristics of the biopolymer chains

2.6.2 Rheology and viscoelastic behavior of the materials

2.6.3 Biopolymer and cell mechanics. Effect of physical properties of the material on cell responses.

3. Experimental techniques

3.1 Size Exclusion Chromatography and Osmotic pressure

- 3.2 Light scattering
- 3.3 Circular Dichroism (CD) and optical rotatory dispersion (ORD)
- 3.4 Differential Scanning calorimetry (DSC)
- 3.5 Rheology and study of the viscoelastic interactions between cells and materials
- 3.6 Nuclear Magnetic Resonance (NMR)

1. Biophysical Chemistry (3 voll) (C.R. Cantor & P.R. Schimmel, W.H. Freeman & Co., NY) (parts indicated during the lectures), available at Segreteria del Corso di Laurea (c/o manager didattico)

2. Fondamenti di Scienza dei Polimeri - AIM - di M. Guaita et al. Pacini Editore, Pisa, 1998. Chapter 1 (pg 1-9), Chapter 2 (pg 23-31 e 36-46); Chapter 7; Chapter 8.

Lectures notes will also be distributed.

Knowledge and understanding. At the end of the course, the student will acquire the basic knowledge of molecular biophysics. The student will be able to analyze, understand and discuss the behavior of polymers, their characterization and technological properties together with their nanotechnological applications. The student will be able to fluently design proper approaches for describing the properties of biopolymers and their use in research and technical applications.

Applying knowledge and understanding. At the end of the course, the student will be able to apply the acquired knowledge to the description of polymers, with specific focus on biopolymers, and to their proper use and characterization. The student will also be able to propose proper experimental and theoretical approaches to explain the observed behavior of biomolecules.

Making judgements. The student will be able to tackle the physical-chemical description of macromolecules, with focus on biopolymers, finding a rationale in their solution properties and behavior based on a sound physical-chemical approach. The student will be able to propose methodologies to characterize and select proper polymers for technological and nanotechnological purposes.

Communication skills. The student will be able to intervene fluently in a discussion on biomacromolecules exposing notions learnt.

Learning skills. The student will be able to transfer the notions learnt from the course in the field of technical and research-based exploitation of biomacromolecules.

Knowledge of the basic elements of chemistry, physics, biochemistry and thermodynamics.

Upfront lessons with, in some cases, the aid of presentations in electronic format containing images and examples to clarify the topic of the lesson. Any changes in these indications, which may become necessary to ensure the application of safety protocols related to the COVID19 emergency, will be communicated on the Department's and Degree Course websites and Lecture course Moodle page

Additional material will be uploaded on Moodle and can be requested by e-mail.

The exam consists in assessing the knowledge on the topic, the ability to understand and hold a discussion on the topic of biopolymers and their use in the field of research and biotechnological application.

The oral exam will comprise topics covered during the lessons. To each student, at least three questions will be asked. The student, during the oral exam, will be able to clearly present the topic and the notions learnt, showing a good and complete understanding. The student will be able to underline connections among the topics treated during the course.

Any changes in these indications, which may become necessary to ensure the application of safety protocols related to the COVID19

emergency, will be communicated on the Department's and Degree Course websites and Lecture course Moodle page.

1. Mass, dimension and shape of biopolymers
 - 1.1 Molecular weight (MW) and distribution of the molecular weight (MWD)
 - 1.3 Shape of biopolymers
 - 1.4 Ordered conformations
 - 1.5 Configurational statistics: unperturbed dimension of biopolymer chains, Effect of restrictions on chain dimensions. Gaussian chains. Kratky-Porod chains
 - 1.6 Biopolymer behavior in solution
 - 1.6.1 Mark-Howink equation and visosimetric average molecular weight
 - 1.7 Examples of use of biopolymer solutions in biomedical field
2. Physcal-chemistry of biopolymer solutions and their biological applications
 - 2.1 Thermodynamics of polymer solutions
 - 2.2. Conformational transitions in biopolymers
 - 2.2.1 Cooperativity. Cooperative unit
 - 2.2.2 Conformational transitions induced by temperature
 - 2.2.3 DH(calorimetry) and DH (van't Hoff): determination of the lenght of the cooperative unit.
 - 2.2.4 Conformational transitions and gelation
 - 2.3 Binding of and to biopolymers
 - 2.3.1 Macromolecular binding
 - 2.3.2 Interaction of ligands with binding sites on macromolecules; Scatchard plot
 - 2.3.3 Cooperative interactions: deviations from Scatchard plot
 - 2.4 Polyelectrolytes
 - 2.4.1 Simple electrolytes. Ionic strength
 - 2.4.2 Theory of the polyelectrolytes. Applications of polyelectrolytes
 - 2.4.3 Donnan effect
 - 2.4.4 Viscosity of a polyelectrolyte solution
 - 2.4.5 Polyelectrolyte effects and biological applications
 - 2.5 Hydrogel formation
 - 2.5.1 Description of semi-dilute solutions
 - 2.5.2 Hydrogels and rubber elasticity theory
 - 2.5.3 Biopolymer hydrogels and examples of applications in cell and biomaterials field
 - 2.6 Mechanical properties and interactions with biological systems
 - 2.6.1 Correlation between elastic properties and characteristics of the biopolymer chains
 - 2.6.2 Rheology and viscoelastic behavior of the materials
 - 2.6.3 Biopolymer and cell mechanics. Effect of physical properties of the material on cell responses.
3. Experimental techniques
 - 3.1 Size Exclusion Chromatography and Osmotic pressure
 - 3.2 Light scattering
 - 3.3 Circular Dichroism (CD) and optical rotatory dispersion (ORD)
 - 3.4 Differential Scanning calorimetry (DSC)
 - 3.5 Rheology and study of the viscoelastic interactions between cells and materials
 - 3.6 Nuclear Magnetic Resonance (NMR)