

# Testi del Syllabus

Resp. Did. **PASQUATO LUCIA** **Matricola: 009393**

Docente **PASQUATO LUCIA, 6 CFU**

Anno offerta: **2020/2021**

Insegnamento: **712SM - NANOBIOLOGIE**

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

Anno regolamento: **2019**

CFU: **6**

Settore: **CHIM/06**

Tipo Attività: **C - Affine/Integrativa**

Anno corso: **2**

Periodo: **Primo Semestre**

Sede: **TRIESTE**



## Testi in italiano

**Lingua insegnamento** INGLESE

**Contenuti (Dipl.Sup.)** Introduzione dell'insegnamento, presentazione del programma e modalità della verifica.  
Introduzione ai nanomateriali, classificazione di materiali, sistemi, dispositivi nanostrutturati. Scale delle dimensioni coinvolte ed effetto sulle proprietà. Descrizione di alcune proprietà.  
Introduzione alle Nanobiotecnologie, biologia nella scala dei nanometri, esempi di applicazioni, implicazioni sociali ed etiche.  
Principi di auto-assemblamento: importanza delle interazioni non-covalenti; legami ad idrogeno, interazioni di van der Waals, interazioni idrofobiche, interazioni elettrostatiche, dipolo-dipolo.  
Monostrati autoassemblati su superfici piane: preparazione, caratterizzazione, proprietà e modifiche delle proprietà della superficie. Metodi di caratterizzazione di SAM. Funzionalizzazione/ modifica: metodi covalenti, modifiche non-covalenti: interazioni elettrostatiche, interazioni idrofobiche, interazioni di affinità (avidina/biotina, esaistidina tag e lipidi con Ni(2+) NTA, oligonucleotidi complementari). Preparazione di sensori. Esempi di dispositivi ed applicazioni.  
Tecniche nanolitografiche, preparazione di dispositivi per lo studio di biomolecole, DNA, Proteine.  
Nanoparticelle metalliche: cenni di sintesi e proprietà. Monostrati autoassemblati in 3 dimensioni: funzionalizzazione della superficie metallica. Sistemi solubili in solventi organici e in solventi acquosi. Sintesi ibridi coniugati biomolecole-nanoparticelle. Metodologie per la loro caratterizzazione.  
Nanoparticelle di diversa dimensione e forma: sintesi e modifica della superficie e loro caratteristiche.  
Esempi di utilizzo in campo biologico e medico: riconoscimento di DNA e proteine, impiego per il trasporto e rilascio di farmaci, per la diagnosi e in nuove terapie. Biosensori. Biocompatibilità e tossicità.  
Forme allotropiche del carbonio: C60.  
Proprietà e funzionalizzazione. Applicazioni in campo biologico e medico.  
Nanotubi di carbonio: tipi di nanotubi di carbonio e loro proprietà.

Funzionalizzazione e modifica della superficie. Applicazioni nel settore delle biotecnologie.

Liposomi: caratteristiche, tipi di liposomi. Metodi di preparazione. Liposomi sensibili al pH e liposomi termosensibili. Uso di liposomi per la complessazione e il rilascio di farmaci.

Esperienze in laboratorio: sintesi di colloidali, preparazione e modifica di 2-D SAM, preparazione di liposomi, intrappolamento di un fluorescente e controllo del rilascio.

## Testi di riferimento

Materiale didattico fornito dal docente su MOODLE2.

“Nanobiotechnology: Concepts, Applications and Perspectives”, Eds. Christof M. Niemeyer, Chad A. Mirkin, Wiley-VCH, 2005.

“Nanobiotechnology II. More Concepts and Applications”, Eds Chad A. Mirkin, Christof M. Niemeyer, Wiley-VCH, 2007.

## Obiettivi formativi

L'obiettivo principale dell'insegnamento è fornire una introduzione a nanomateriali rilevanti per applicazioni in ambito biologico e medico e fornire le basi per la comprensione delle proprietà dei materiali nella scala dei nanometri sottolineando gli aspetti legati alla tossicità.

Conoscenza e comprensione:

- acquisire i concetti di base delle nanotecnologie e delle nanobioteconologie;

- acquisire le metodologie di sintesi di alcuni nanomateriali

- conoscere le metodologie e le tecniche di caratterizzazione di nanomateriali

- conoscere le basi metodologiche per la funzionalizzazione e la modifica di nanomateriali

- comprendere le possibili cause di tossicità di nanomateriali

Capacità di applicare conoscenza e comprensione. Gli studenti, anche tramite le attività di laboratorio, apprendono come preparare e modificare e utilizzare alcuni nanomateriali, scegliere il materiale più adatto per una specifica applicazione, selezionare le tecniche più adatte alla caratterizzazione dei nanosistemi.

Autonomia di giudizio. L'autonomia di giudizio viene sviluppata durante le lezioni in aula e tramite la preparazione all'esame, che necessita della rielaborazione e assimilazione individuale del materiale presentato a lezione. Durante le lezioni vengono proposti e discussi esercizi di valutazione e di scelta della strategia più adatta per una specifica applicazione. Altri elementi utili a maturare l'autonomia di giudizio vengono acquisiti durante le esperienze di laboratorio in cui gli studenti devono valutare criticamente i risultati e valutare l'approccio sperimentale scelto.

## Prerequisiti

Conoscenze di base di chimica generale e chimica organica.

## Metodi didattici

lezioni frontali in aula. Esperienze di laboratorio svolte dai docenti sugli argomenti trattati a lezione.

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.

## Altre informazioni

Il materiale didattico e le diapositive usate a lezione sono presenti sul sito MOODLE2 dell'insegnamento.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Colloquio orale, valutazione di una relazione scritta su una delle esperienze svolte, valutazione dell'esposizione orale dell'esperienza svolta. Valutazione delle conoscenze del programma svolto con domande orali.

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.

## Programma esteso

Introduzione dell'insegnamento, presentazione del programma e modalità della verifica.

Introduzione ai nanomateriali, classificazione di materiali, sistemi, dispositivi nanostrutturati. Scale delle dimensioni coinvolte ed effetto

sulle proprietà. Descrizione di alcune proprietà. Introduzione alle Nanobiotecnologie, biologia nella scala dei nanometri, esempi di applicazioni, implicazioni sociali ed etiche. Principi di auto-assemblamento: importanza delle interazioni non-covalenti; legami ad idrogeno, interazioni di van der Waals, interazioni idrofobiche, interazioni elettrostatiche, dipolo-dipolo. Monostrati autoassemblati su superfici piane: preparazione, caratterizzazione, proprietà e modifiche delle proprietà della superficie. Metodi di caratterizzazione di SAM. Funzionalizzazione/ modifica: metodi covalenti, modifiche non-covalenti: interazioni elettrostatiche, interazioni idrofobiche, interazioni di affinità (avidina/biotina, esaistidina tag e lipidi con Ni(2+) NTA, oligonucleotidi complementari). Preparazione di sensori. Esempi di dispositivi ed applicazioni. Tecniche nanolitografiche, preparazione di dispositivi per lo studio di biomolecole, DNA, Proteine. Nanoparticelle metalliche: cenni di sintesi e proprietà. Monostrati autoassemblati in 3 dimensioni: funzionalizzazione della superficie metallica. Sistemi solubili in solventi organici e in solventi acquosi. Sintesi ibridi coniugati biomolecole-nanoparticelle. Metodologie per la loro caratterizzazione. Nanoparticelle di diversa dimensione e forma: sintesi e modifica della superficie e loro caratteristiche. Esempi di utilizzo in campo biologico e medico: riconoscimento di DNA e proteine, impiego per il trasporto e rilascio di farmaci, per la diagnosi e in nuove terapie. Biosensori. Biocompatibilità e tossicità. Forme allotropiche del carbonio: C60. Proprietà e funzionalizzazione. Applicazioni in campo biologico e medico. Nanotubi di carbonio: tipi di nanotubi di carbonio e loro proprietà. Funzionalizzazione e modifica della superficie. Applicazioni nel settore delle biotecnologie. Liposomi: caratteristiche, tipi di liposomi. Metodi di preparazione. Liposomi sensibili al pH e liposomi termosensibili. Uso di liposomi per la complessazione e il rilascio di farmaci. Esperienze in laboratorio: sintesi di colloidi, preparazione e modifica di 2-D SAM, preparazione di liposomi, intrappolamento di un fluorescente e controllo del rilascio.



## Testi in inglese

English

Introduction to nanomaterials, nanoscience and nanotechnology. Classification of materials and nanostructured materials. Effect of the nanoscale regime on the properties. Some example. Introduction to Nanobiotechnology: some example, social and ethical implication. Principles of self-assembling: importance of non-covalent weak interactions: hydrogen bonds, Van der Waals interactions, hydrophobic, electrostatic, dipole-dipole interactions. Self-assembled monolayers on flat surfaces: preparation, characterization, properties and modification of the surface properties. Techniques for the characterization of SAM. Functionalization/modification of SAM with covalent and non-covalent approaches. Examples with electrostatic interactions, hydrophobic interactions, affinity (avidin/streptavidin, esa-histidine tag and lipids with Ni(2+)NTA, complementary oligonucleotides). Preparation of sensors. Examples of devices and applications. Nanolithography, nanolithographic techniques for the preparation of devices to recognize/study biomolecules, DNA, proteins. Metal nanoparticles: introduction to synthesis and properties. Nanoparticles protected by self-assembled monolayers: modification of the metal surface. Systems soluble in organic solvents and in aqueous solvents. Synthesis of hybrid conjugates biomolecule-nanoparticle.

Methodologies for the characterization of these nanoparticles. Examples of application in biology and medicine: recognition of DNA and proteins, transport and release of drugs, diagnosis and new therapies. Biosensors. Biocompatibility and toxicity of metal nanoparticles protect by organic coatings.

Nanoparticles composed of different materials as silica, magnetic materials, semiconductor materials: synthesis and properties. Application for imaging and for new therapies. Toxicity issues.

Allotropic forms of carbon: C60, properties and functionalization. Applications in biology and medicine.

Carbon Nanotubes (CNT): types of CNT and their properties. Purification, functionalization. Applications in biotechnology.

Liposomes: distinctive features, types of liposomes. Methods for their preparation. Liposomes sensible to pH and liposomes thermosensible. Use of liposomes as drug carriers.

Experiences in lab: synthesis of gold colloids, their stabilization with proteins and characterization by UV/Vis; preparation of a SAM and its modification with AFM; preparation of liposomes, entrapment of a dye and monitoring of its release via fluorescence spectroscopy.

Material provided by the teacher on MOODLE2.

"Nanobiotechnology: Concepts, Applications and Perspectives", Eds. Christof M. Niemeyer, Chad A. Mirkin, Wiley-VCH, 2005.

"Nanobiotechnology II. More Concepts and Applications", Eds Chad A. Mirkin, Christof M. Niemeyer, Wiley-VCH, 2007.

The main objective of the course is to provide an introduction to nanomaterials relevant to biological and medical applications and provide the basis for understanding the properties of materials in the nanometer scale by emphasizing the aspects related to toxicity.

Knowledge and understanding:

- understanding the basic concepts of nanotechnology and nanobiotechnology;
- understanding the methodologies to prepare some nanomaterials;
- knowledge of the methodologies and techniques for the characterization of nanomaterials;
- knowledge of the methodological basis for the functionalization and modification of nanomaterials;
- understanding the possible causes of toxicity of nanomaterials

Ability to apply knowledge and understanding: Students, also through laboratory activities, learn how to prepare and modify and use some nanomaterials, choose the most suitable material for a specific application, select the most suitable techniques for the characterization of nanosystems

Making judgements: The ability of making judgment is developed during the lessons in the classroom and through the preparation for the exam, which requires the individual re-elaboration and assimilation of the material presented in class. During the lessons, exercises of making judgements and evaluation of approaches for a specific application are proposed and discussed. Other elements useful for developing independent judgment are acquired during laboratory experiences in which students must critically evaluate the results and evaluate the chosen experimental approach.

Communication skills: During the lessons the students are called to interact with the teacher also to acquire language skills and learn to express themselves to be understood by researchers with different background. Furthermore, students must draw up written reports on the experiences carried out, also reporting scientific principles. The student must also present orally the experience carried out.

Learning skills: the ability to learn is stimulated by the teacher during the lectures asking students to summarize the concepts explained in the previous lesson, in the development of laboratory experiences in which the preparation methodologies and characterization techniques are applied. Learning skills are assessed within the different evaluation methods provided.

Basic knowledge of general chemistry and organic chemistry.

Classrooms. Lab experiments carried out by the teachers on topics explained in the classrooms.

Any changes 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.

Didactical material and slides use for the lectures are present on the MOODLE2 platform.

Assessment of the knowledge of the program with oral examination, evaluation of a report on one of the lab experience carried out and of its oral presentation.

Any changes 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.

Introduction to nanomaterials, nanoscience and nanotechnology. Classification of materials and nanostructured materials. Effect of the nanoscale regime on the properties. Some example.

Introduction to Nanobiotechnology: some example, social and ethical implication.

Principles of self-assembling: importance of non-covalent weak interactions: hydrogen bonds, Van der Waals interactions, hydrophobic, electrostatic, dipole-dipole interactions.

Self-assembled monolayers on flat surfaces: preparation, characterization, properties and modification of the surface properties. Techniques for the characterization of SAM. Functionalization/modification of SAM with covalent and non-covalent approaches. Examples with electrostatic interactions, hydrophobic interactions, affinity (avidin/streptavidin, esa-histidine tag and lipids with Ni(2+)NTA, complementary oligonucleotides). Preparation of sensors. Examples of devices and applications.

Nanolithography, nanolithographic techniques for the preparation of devices to recognize/study biomolecules, DNA, proteins.

Metal nanoparticles: introduction to synthesis and properties. Nanoparticles protected by self-assembled monolayers: modification of the metal surface. Systems soluble in organic solvents and in aqueous solvents. Synthesis of hybrid conjugates biomolecule-nanoparticle. Methodologies for the characterization of these nanoparticles. Examples of application in biology and medicine: recognition of DNA and proteins, transport and release of drugs, diagnosis and new therapies. Biosensors. Biocompatibility and toxicity of metal nanoparticles protect by organic coatings.

Nanoparticles composed of different materials as silica, magnetic materials, semiconductor materials: synthesis and properties. Application for imaging and for new therapies. Toxicity issues.

Allotropic forms of carbon: C60, properties and functionalization. Applications in biology and medicine.

Carbon Nanotubes (CNT): types of CNT and their properties. Purification, functionalization. Applications in biotechnology.

Liposomes: distinctive features, types of liposomes. Methods for their preparation. Liposomes sensible to pH and liposomes thermosensible. Use of liposomes as drug carriers.

Experiences in lab: synthesis of gold colloids, their stabilization with proteins and characterization by UV/Vis; preparation of a SAM and its modification with AFM; preparation of liposomes, entrapment of a dye and monitoring of its release via fluorescence spectroscopy.