

SYLLABUS – LM-Sc.Mat.
CORSO DI STUDIO *Materials Science and Technology (LM-Sc.Mat.)*
ANNO ACCADEMICO 2024-2025
DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO *Advances in Biomaterials Applications*

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	<i>1 anno</i>
Periodo di erogazione	<i>Il semestre (come da calendario accademico)</i>
Crediti formativi universitari (CFU/ETCS):	<i>6 CFU</i>
SSD	<i>CHIM/02</i>
Lingua di erogazione	<i>Inglese</i>
Modalità di frequenza	<i>Facoltativa per le lezioni (fortemente consigliata), Obbligatoria per le esperienze di laboratorio</i>

Docente	
Nome e cognome	<i>Matteo Grattieri</i>
Indirizzo mail	<i>matteo.grattieri@uniba.it</i>
Telefono	<i>(+39) 080 – 544 2042</i>
Sede	<i>Dipartimento di Chimica, Università di Bari "Aldo Moro", via Edoardo Orabona, 4, Bari (Italy), Stanza 113, Piano 1</i>
Sede virtuale	<i>Microsoft Teams</i>
Ricevimento	<i>Contattare tramite email per fissare un appuntamento – (in generale di pomeriggio)</i>

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
<i>150</i>	<i>40</i>	<i>15</i>	<i>95</i>
CFU/ETCS			
<i>6</i>	<i>5</i>	<i>1</i>	

Obiettivi formativi	<i>Lo scopo del corso è quello di fornire i fondamenti sulle proprietà chimico-fisiche dei biomateriali e gli sviluppi nella loro applicazione nel campo medico, industriale, e in quello della ricerca accademica. Verranno acquisite conoscenze sulla preparazione di biomateriali e sulla loro caratterizzazione. Al termine del corso lo studente sarà in grado di: (i) definire e valutare le proprietà desiderate per un biomateriale a seconda della sua applicazione finale; (ii) definire le tecniche di caratterizzazione dei diversi biomateriali; (iii) utilizzare diverse tecniche di caratterizzazione: reologia, tecniche elettrochimiche; (iv) identificare materiali sostenibili come alternative a materiali con maggiore impatto ambientale.</i>
Prerequisiti	<i>Chimica Generale, Chimica-Fisica, Chimica dei materiali, Chimica-Fisica dei Materiali; Acquisizione e Rappresentazione dei Dati Sperimentali.</i>

SYLLABUS – LM-Sc.Mat.

<p>Metodi didattici</p>	<p><i>Lezioni frontali con slide multimediali e attività di laboratorio svolte lavorando in gruppo con predisposizione di un elaborato sulle esercitazioni svolte.</i></p>
<p>Risultati di apprendimento previsti</p> <p>DD1 Conoscenza e capacità di comprensione</p> <p>DD2 Conoscenza e capacità di comprensione applicate</p> <p>DD3-5 Competenze trasversali</p>	<p>Descrittore di Dublino 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Conoscenza delle diverse classi di biomateriali e delle loro più recenti applicazioni, inclusi gli sviluppi più recenti e le prospettive di applicazioni future ○ Capacità di comprensione degli aspetti chimico-fisici che governano le proprietà dei biomateriali ○ Conoscenza delle tecniche di caratterizzazione dei biomateriali <p>Descrittore di Dublino 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Capacità di definire le proprietà di un biomateriale sulla base delle diverse applicazioni finali e di impiegare biomateriali per lo sviluppo di diversi dispositivi ○ Capacità di caratterizzare i biomateriali (tramite esperienze di laboratorio) <p>Descrittore di Dublino 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Autonomia di giudizio</i> <p><i>Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa dovrà essere in grado di</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Analizzare i dati raccolti durante le esperienze di laboratorio ○ Discutere in modo critico i dati ottenuti e confrontarsi con i colleghi ed il docente <p>Descrittore di Dublino 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Abilità comunicative</i> <p><i>Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa dovrà essere in grado di</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Comunicare in forma scritta, utilizzando un linguaggio tecnico scientifico appropriato, i risultati delle esperienze di laboratorio. ○ Comunicare in inglese per via orale, utilizzando anche supporti multimediali, i concetti e gli aspetti pratici discussi durante il corso. <p>Descrittore di Dublino 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Capacità di apprendere in modo autonomo</i> <p><i>Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa dovrà essere in grado di</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Approfondire indipendentemente la letteratura scientifica per valutare in modo critico un biomateriale, le sue proprietà, e le sue possibili applicazioni.

SYLLABUS – LM-Sc.Mat.

<p>Contenuti di insegnamento (Programma)</p>	<p>Biomateriali. <i>Definizione di biomateriali e scienza dei biomateriali: dalle origini al settore interdisciplinare attuale.</i> <i>Biomateriali di prima generazione:</i> - biomateriali metallici: applicazioni e proprietà, studio dei processi corrosivi, diagrammi di Evans, polarizzazioni potenziodinamiche, EIS. - biomateriali ceramici: proprietà, applicazioni, e casi studio. - biomateriali polimerici: proprietà, applicazioni, e casi studio. <i>Biomateriali di seconda generazione:</i> - biomateriali metallici a base di ferro, zinco, magnesio e loro leghe, cinetiche di degradazione. - biomateriali ceramici: proprietà delle ceramiche biodegradabili e bioattive, applicazioni. - biomateriali polimerici: proprietà dei polimeri biodegradabili, cinetica dei processi di erosione e biodegradazione, tecniche di caratterizzazione di biomateriali polimerici, applicazioni. <i>Biomateriali di terza generazione:</i> - ceramiche e polimeri come biomateriali di terza generazione, applicazioni.</p> <p>Sviluppo di Biomateriali. <i>Aspetti rilevanti nelle fasi di sviluppo di un biomateriale:</i> - ruolo del lifetime di un biomateriale - ruolo dell'ambiente di applicazione - ruolo delle proprietà meccaniche e chimico-fisiche - Casi pratici dello sviluppo di un biomateriale da TRL1 a TRL9.</p> <p>Sviluppi nelle applicazioni di Biomateriali in Medicina. <i>Processi di anodizzazione per biocompatibilità dei materiali.</i> <i>Biomateriali antimicrobici.</i> <i>Biomateriali per trattamento di tumori.</i> <i>Biomateriali per Drug Delivery.</i> <i>Additive manufacturing di biomateriali.</i> <i>Biomateriali per biosensori.</i></p> <p>Applicazioni Industriali di Biomateriali. <i>Polimeri di origine biologica, processi di biopolimerizzazione.</i> <i>Proprietà dei polimeri e cinetica dei processi di degradazione.</i> <i>Applicazioni nell'industria alimentare, l'energetica, la cosmesi.</i></p> <p>Biomateriali "viventi" <i>Biomateriali con microorganismi per applicazioni in diversi settori (energia, sensoristica, produzione di composti di interesse industriale).</i></p> <p>Esperienze di Laboratorio: 1) Preparazione di biomateriali da polimeri di origine biologica 2) Reologia per la caratterizzazione di biomateriali 3) Preparazione e caratterizzazione elettrochimica di living biomaterials</p>
<p>Testi di riferimento</p>	<p>1) "Biomaterials Science", Eds: Wagner, Zhang, Sakiyama-Elbert, Yaszemski, Elsevier 2020; 2) "Advances in Applications of Industrial Biomaterials", Eds: Pellicar, Nikolic, Sort, Baro, Zivic, Grujovic, Grujic, Pelemis, Springer 2017; 3) Dispense del Docente.</p>

SYLLABUS – LM-Sc.Mat.

Note ai testi di riferimento	<i>Solo alcuni capitoli e/o sezioni dei testi indicati.</i>
Materiali didattici	<i>I powerpoint del corso verranno fornite tramite email o Teams dedicato.</i>
Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	<p><i>Esame orale (75%), Valutazione report di laboratorio (25%). Il report di laboratorio dovrà essere consegnato almeno cinque giorni prima dello svolgimento del colloquio.</i></p> <p><i>Durante il colloquio saranno poste domande generiche e domande specifiche sugli argomenti trattati al fine di verificare la capacità di discutere le diverse classi di biomateriali, le loro proprietà e possibili applicazioni.</i></p>
Criteri di valutazione	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Conoscenza e capacità di comprensione:</i> <ul style="list-style-type: none"> <i>o Livello minimo per il superamento dell'esame: conoscenza delle diverse classi di biomateriali (biomateriali metallici, polimerici, e ceramici) e dei loro diversi campi di applicazione, conoscenza delle proprietà richieste a seconda delle diverse applicazioni dei biomateriali.</i> <i>o Livello intermedio: conoscenza dei processi di degradazione dei biomateriali, delle tecniche di caratterizzazione discusse e della cinetica dei processi di degradazione dei biomateriali.</i> <i>o Livello superiore: capacità di descrivere la cinetica dei processi di degradazione dei biomateriali, correlando struttura e proprietà microscopiche/macrosopiche.</i> • <i>Conoscenza e capacità di comprensione applicate:</i> <ul style="list-style-type: none"> <i>o Livello minimo: conoscere le tecniche di base per la caratterizzazione di un biomateriale.</i> <i>o Livello intermedio: capacità di correlare dati sperimentali con la struttura e le proprietà di un biomateriale.</i> <i>o Livello superiore: capacità di correlare dati sperimentali con la struttura e le proprietà di un biomateriale e discutere delle possibili applicazioni del biomateriale sulla base della caratterizzazione effettuata.</i> • <i>Autonomia di giudizio:</i> <ul style="list-style-type: none"> <i>o Capacità di giudicare autonomamente le proprietà di un biomateriale utilizzando anche banche dati e svolgendo ricerche bibliografiche. Capacità di ragionamento critico partendo da un caso studio durante l'esame.</i> • <i>Abilità comunicative:</i> <ul style="list-style-type: none"> <i>o Dimostrare la conoscenza e il corretto utilizzo della terminologia scientifica relativa ai tre livelli indicati, ed esporre con proprietà di linguaggio gli argomenti richiesti durante l'esame.</i> • <i>Capacità di apprendere:</i> <ul style="list-style-type: none"> <i>o Durante lo svolgimento dell'esame gli argomenti proposti avranno un grado di approfondimento crescente per stabilire il livello di conoscenza raggiunto: minimo/intermedio/superiore.</i>
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	<p><i>L'acquisizione delle nozioni sperimentali verrà valutata tramite le relazioni di laboratorio mentre l'acquisizione delle nozioni teoriche verrà valutata tramite l'esame orale. Verrà valutata anche l'autonomia di giudizio e la capacità di argomentazione ed esposizione dello/a studente/essa.</i></p> <p><i>In particolare, la votazione sarà assegnata secondo i seguenti criteri:</i></p> <p><i>Da 1 a 17: Gli studenti non sono in grado di descrivere le classi di biomateriali e le loro applicazioni, le loro proprietà, e le tecniche di caratterizzazione discusse</i></p>

SYLLABUS – LM-Sc.Mat.

	<p><i>durante il corso.</i></p> <p><i>Da 18 a 22: Gli studenti descrivono in modo sufficiente le classi di biomateriali, le loro applicazioni, le loro proprietà, e le tecniche di caratterizzazione discusse durante il corso.</i></p> <p><i>Da 23 a 26: Gli studenti forniscono una buona descrizione delle classi di biomateriali, delle loro applicazioni, delle loro proprietà e delle tecniche di caratterizzazione discusse durante il corso.</i></p> <p><i>Da 27 a 30: Gli studenti sono in grado di fornire una descrizione avanzata delle classi di biomateriali, le loro applicazioni, e dimostrano di saper argomentare in modo dettagliato le proprietà desiderate dei biomateriali per specifiche applicazioni, avvalendosi anche delle tecniche di caratterizzazione discusse durante il corso.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>30 e Lode: Gli studenti dimostrano una elevata autonomia di giudizio nel valutare le proprietà dei biomateriali correlandole alle applicazioni di questi. Argomentano in modo avanzato come avvalersi delle tecniche di caratterizzazione per la valutazione dei biomateriali.</i>
<p>Altro</p>	

SYLLABUS – LM-Sc.Mat.
COURSE OF STUDY *Materials Science and Technology (LM-Sc.Mat.)*
ACADEMIC YEAR 2023-2024

ACADEMIC SUBJECT *Advances in Biomaterials Applications*

General information	
Year of the course	First year
Academic calendar (starting and ending date)	Second semester – from March 3 rd , 2024, to June 7 th 2024
Credits (CFU/ETCS):	6 CFU
SSD	CHIM/02
Language	English
Mode of attendance	Recommended for front classes, Mandatory for Laboratory Activities

Professor/ Lecturer	
Name and Surname	Matteo Grattieri
E-mail	matteo.grattieri@uniba.it
Telephone	(+39) 080 – 544 2042
Department and address	Department of Chemistry, University of Bari “Aldo Moro”, via E. Orabona 4, Bari (Italy) Room 113
Virtual room	Microsoft Teams
Office Hours (and modalities: e.g., by appointment, on line, etc.)	From Monday to Friday, 15:00-18:00, take an appointment by Email

Work schedule			
Hours			
Total	Lectures	Hands-on (laboratory, workshops, working groups, seminars, field trips)	Out-of-class study hours/ Self-study hours
150	40	15	95
CFU/ETCS			
6	5	1	

Learning Objectives	<p>The course aims to provide the fundamentals of the physico-chemical properties of biomaterials and the developments in their application in the medical, industrial, and academic fields. The course will define the processes required for the preparation of biomaterials and for their characterization, also by means of hands-on activities.</p> <p>At the completion of the course, the students will be able to: (i) define and evaluate the desired properties of biomaterials depending on their applications; (ii) define the available characterization techniques for biomaterials; (iii) utilize different characterization techniques; (iv) identify sustainable alternatives for the development of new biomaterials.</p>
Course prerequisites	General Chemistry, Physical chemistry, Chemistry of materials, Physical chemistry of materials, Data acquisition and visualization.

Teaching strategie	Frontal classes with slides and laboratory activities where the students will work in a team and will prepare a final report on the experience.
Expected learning outcomes in terms of	

SYLLABUS – LM-Sc.Mat.

Knowledge and understanding on:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Different classes of biomaterials and their most recent applications, including perspectives for future applications ○ Physico-chemical aspects governing the properties of biomaterials ○ Techniques for the characterization of biomaterials
Applying knowledge and understanding on:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Defining the required properties of a biomaterials depending on the different applications and the development of devices ○ Characterization of biomaterials (by means of the laboratory practices)
Soft skills	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Making informed judgments and choices</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilize data collected during laboratory experiences ○ Discuss the experimental data obtained with peers and the instructor ● <i>Communicating knowledge and understanding</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Writing technical reports using a proper scientific and technical language ○ Oral communication in English, also using digital platforms, to present and discuss the concepts and practical aspects object of the classes ● <i>Capacities to continue learning</i> <ul style="list-style-type: none"> ● Independently survey the scientific literature to critically evaluate a biomaterial, its properties, and potential applications.

<i>Syllabus</i>	
Content knowledge	<p>Biomaterials Definition of biomaterials and biomaterial science: from the origin of the field to the current interdisciplinary field. First Generation Biomaterials: - metallic biomaterials: properties and applications, study of the corrosion processes in biomaterials, Evans diagrams, potentiodynamic polarizations, EIS. - ceramic biomaterials: properties and applications, case studies. - polymeric biomaterials: properties and applications, case studies. Second Generation Biomaterials: - metallic biomaterials based on Fe, Zn, Mg, and their alloys, degradation kinetics. - ceramic biomaterials: properties and applications of bioactive and biodegradable ceramics. - polymeric biomaterials: properties of biodegradable polymers, kinetics of erosion and biodegradation, characterization techniques, applications. Third Generation Biomaterials: - ceramics and polymers as bio-interactive materials, applications.</p> <p>Biomaterials development Relevant aspects in the development stages of a biomaterial: - role of lifetime - role of the environment of application - role of the mechanical and physico-chemical properties Case studies of the development of a biomaterial from TRL1 to TRL9.</p> <p>Developments in the application of Biomaterials for Medicine Anodization processes for enhanced biocompatibility and osseointegration. Antimicrobial biomaterials. Biomaterials for the treatment of tumors. Biomaterials for drug delivery Additive manufacturing of biomaterials. Biomaterials for biosensors development.</p>

SYLLABUS – LM-Sc.Mat.

	<p>Industrial applications of biomaterials Polymers of biologic origin, and processes of biopolymerization. Properties of bacterial polymers and degradation kinetics. Industrial applications in the food, energy, and health care fields</p> <p>Living biomaterials Biomaterials with living microorganisms for applications in different fields: energy, sensors, and production of chemicals of industrial interest.</p> <p>Laboratory practices 1) Preparation of biomaterials from bacterial polymers 2) Reology for the characterization of biomaterials 3) Preparation and electrochemical characterization of living biomaterials</p>
Texts and readings	<p>1) "Biomaterials Science", Eds: Wagner, Zhang, Sakiyama-Elbert, Yaszemski, Elsevier 2020. 2) "Advances in Applications of Industrial Biomaterials", Eds: Pellicar, Nikolic, Sort, Baro, Zivic, Grujovic, Grujic, Pelemis, Springer 2017. 3) Course slides.</p>
Notes, additional materials	Only specific sections and chapters of the indicated books.
Repository	The slides of the course will be provided by the Professor.

Assessment	
Assessment methods	<p>Oral exam (75%) and evaluation of the laboratory reports (25%). The report will have to be provided at least five days before the oral exam. The oral exam will assess the knowledge of the different topics discussed during the lectures and the capability to present the various classes of biomaterials, their properties and applications.</p>
Assessment criteria	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Knowledge and understanding</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Minimum level to pass the exam: knowledge of the different classes of biomaterials, their fields of applications and their required properties. ○ Intermediate level: knowledge of the degradation processes of biomaterials, their characterization techniques. Description of the kinetic of biomaterial degradation. ○ Advanced level: capability to describe the degradation kinetics correlating structure and micro/macro properties of the biomaterials. • <i>Applying knowledge and understanding</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Minimum level: knowing the basic techniques for the characterization of biomaterials. ○ Intermediate level: capability to correlate experimental data with the structure and properties of a biomaterial. ○ Advanced level: capability to correlate experimental data with the structure and properties of a biomaterial while discussing the possible applications of such materials based on such evaluation. • <i>Autonomy of judgment</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Capability to autonomously evaluate the properties of a biomaterial, also employing online repositories and literature review. Capability to critically discuss a case study presented during the exam. • <i>Communication skills</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Demonstrate the knowledge and proper use of scientific terminology based on the three levels described. Presenting the topics discussed with the technical terminology.

SYLLABUS – LM-Sc.Mat.

	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Capacities to continue learning</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ The topics discussed during the exam will have go from basic to advanced to evaluate the knowledge level reached by the student (minimum/intermediate/advanced).
Final exam and grading criteria	<p>The acquisition of the experimental skills will be evaluated through the Report of the Laboratory experiences while the acquisition of the fundamental skills will be evaluated through an oral exam. The capability to independently and critically tackle a problem and to present a hypothesis will also be evaluated.</p> <p>Specifically, the final grade will be assigned based on the following criteria:</p> <p>From 1 to 17: The students cannot describe the classes of biomaterials, their applications, their properties, and the characterization techniques presented during the course.</p> <p>From 18 to 22: The students can provide a basic description of the classes of biomaterials, their applications, their properties, and the characterization techniques presented during the course.</p> <p>From 23 to 26: The students can provide a good description of the classes of biomaterials, their applications, their properties, and the characterization techniques presented during the course.</p> <p>From 27 to 30: The students can provide an advanced description of the classes of biomaterials and their applications. They can elaborate the desired properties of the biomaterials for specific applications, also in view of the characterization techniques presented during the course.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 with Honors (Lode): The students demonstrate high independence in the evaluation of the properties of biomaterials and their applications. They can proficiently present how to use different characterization techniques for the evaluation of biomaterials.
Further information	