UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO

SYLLABUS – LM-6

CORSO DI STUDIO *Biologia Cellulare e Molecolare – Curriculum Biomolecolare*
ANNO ACCADEMICO *2024-2025*
DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO *Metodi chimico-fisici per lo studio dei sistemi molecolari*

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	*II anno*
Periodo di erogazione	*I semestre (come da calendario accademico)*
Crediti formativi universitari (CFU/ETCS):	*5 CFU*
SSD	*CHIM/02*
Lingua di erogazione	*Italiano*
Modalità di frequenza	*La frequenza è raccomandata per le lezioni frontali, ed è obbligatoria per il 70% dei laboratori.*

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

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
125	*32*	*12*	*81*
CFU/ETCS			
5	*4*	*1*	

Obiettivi formativi	*Lo scopo del corso è quello di fornire i fondamenti teorici e pratici sull'uso delle principali tecniche di scattering, spettroscopia a raggi X e tecniche elettrochimiche avanzate per lo studio e caratterizzazione della materia vivente a livello cellulare e molecolare.*
Prerequisiti	*Chimica Generale, Chimica Analitica, Chimica Organica, Biochimica, Chimica Fisica*

SYLLABUS – LM-6

Metodi didattici	*Lezioni frontali con slide multimediali e attività di laboratorio svolte lavorando in gruppo con predisposizione di un elaborato sulle esercitazioni svolte.*

Risultati di apprendimento previsti	
***DD1* Conoscenza e capacità di comprensione**	***Descrittore di Dublino 1**:* o Conoscenza delle diverse tecniche chimico-fisiche utilizzabili per lo studio di sistemi a livello cellulare e molecolare o Capacità di comprensione degli aspetti chimico-fisici alla base dei processi redox in sistemi molecolari e loro studio attraverso tecniche elettrochimiche
***DD2* Conoscenza e capacità di comprensione applicate**	***Descrittore di Dublino 2:*** o Capacità di caratterizzare sistemi molecolari utilizzando tecniche di scattering, spettroscopiche ed elettrochimiche (tramite esperienze di laboratorio)
***DD3-5* Competenze trasversali**	***Descrittore di Dublino 3**:* • *Autonomia di giudizio* *Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa dovrà essere in grado di* o Discutere i vantaggi/svantaggi delle diverse tecniche di caratterizzazione chimico-fisica per sistemi molecolari o Discutere in modo critico i dati ottenuti durante le esperienze di laboratorio e confrontarsi con i colleghi ed il docente ***Descrittore di Dublino 4**:* • *Abilità comunicative* *Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa dovrà essere in grado di* o Comunicare in forma scritta, utilizzando un linguaggio tecnico scientifico appropriato, i risultati delle esperienze di laboratorio. o Comunicare per via orale, utilizzando anche supporti multimediali, i concetti e gli aspetti pratici discussi durante il corso. ***Descrittore di Dublino 5**:* • *Capacità di apprendere in modo autonomo* *Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa dovrà essere in grado di* o Approfondire indipendentemente la letteratura scientifica per valutare l'applicazione delle tecniche chimico-fisiche per lo studio di sistemi molecolari e cellulari.

SYLLABUS – LM-6

Contenuti di insegnamento (Programma)	***Scattering.*** *Concetti di scattering di base:* *- Small-Angle X-ray Scattering* *- Small-Angle Neutron Scattering* *- Lo scattering di molecole proteiche e/o sistemi biologici in soluzione* *- L'analisi dei dati di scattering: the pair distance distribution function, Kratky plot, Guinier approximation e il raggio di girazione.* ***Spettroscopia a Raggi X.*** *Concenti di base:* *- La spettroscopia XAS (X-ray Absorption Spectroscopy)* *- La spettroscopia XEX (X-ray Emission Spectroscopy)* *L'interazione proteine-metalli.* ***Elettrochimica di sistemi molecolari.*** *Concetti elettrochimici di base:* *- potenziale elettrochimico, equazione di Nernst* *- cenni sulla struttura Interfaccia elettrodo/soluzione* *- processi non faradici* *- processi faradici e trasferimento elettronico eterogeneo* *- equazione di Butler-Volmer.* ***Trasferimento elettronico all'interfase elettrodo/sistemi molecolari*** *- cenni sulla teoria di Marcus sul trasferimento elettronico* *- il trasferimento elettronico tra sistemi molecolari e cellulari ed elettrodi* *- trasferimento elettronico diretto e mediato* *- sistemi di trasferimento elettronico artificiali.* ***Tecniche elettrochimiche per lo studio dei processi di trasferimento elettronico in sistemi molecolari*** *- voltammetria a scansione lineare e ciclica* *- amperometria,* *- tecniche elettrochimiche avanzate per sistemi molecolari e cellulari: spettroscopia di impedenza elettrochimica, spettroelettrochimica, bilancia elettrochimica al cristallo di quarzo (EQCM-D).*
Testi di riferimento	*- Slide delle lezioni fornite dal docente,* *- "Chimica Fisica" di P.W Atkins, J. De Paula, J. Keeler, VI ed. it. (2020) Zanichelli* *- "Electrochemical methods. Fundamentals and Applications" di A.J. Bard e L. R. Faulkner (2001). John Wiley and Sons, Inc.* *- "Electrochemical Processes in Biological Systems" di A. Lewenstam e L. Gorton (2015). John Wiley and Sons, Inc,*
Note ai testi di riferimento	*Solo alcuni capitoli e/o sezioni dei testi indicati.*
Materiali didattici	*I powerpoint del corso verranno fornite tramite email o Teams dedicato.*

Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	*Esame orale (75%), Valutazione report di laboratorio (25%). Il report di laboratorio dovrà essere consegnato almeno cinque giorni prima dello svolgimento del colloquio.* *Durante il colloquio saranno poste domande generiche e domande specifiche sugli argomenti trattati al fine di verificare la capacità di discutere le diverse tecniche chimico-fisiche di caratterizzazione dei sistemi molecolari e le loro proprietà.*

SYLLABUS – LM-6

Criteri di valutazione	• *Conoscenza e capacità di comprensione:* *o Livello minimo per il superamento dell'esame: conoscenza di base delle diverse tecniche chimico-fisiche di caratterizzazione dei sistemi molecolari e dei processi di trasferimento elettronico in sistemi bioibridi complessi.* *o Livello intermedio: buona conoscenza delle diverse tecniche chimico-fisiche di caratterizzazione dei sistemi molecolari e dei processi di trasferimento elettronico in sistemi bioibridi complessi.* *o Livello superiore: capacità di descrivere sistemi molecolari correlando molteplici tecniche chimico-fisiche, esporre vantaggi e limitazioni delle diverse tecniche.* • *Conoscenza e capacità di comprensione applicate:* *o Livello minimo: conoscere le tecniche di base per la caratterizzazione di un sistema molecolare.* *o Livello intermedio: capacità di correlare dati sperimentali con le proprietà di un sistema molecolare.* *o Livello superiore: ottima capacità di correlare dati sperimentali con le proprietà di un sistema molecolare, combinando diversi tecniche di caratterizzazione.* • *Autonomia di giudizio:* *o Capacità di giudicare autonomamente le proprietà di un sistema molecolare utilizzando anche banche dati e svolgendo ricerche bibliografiche. Capacità di ragionamento critico partendo da un caso studio durante l'esame.* • *Abilità comunicative:* *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.* • *Capacità di apprendere:* *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.*
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	*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.* *In particolare, la votazione sarà assegnata secondo i seguenti criteri:* *Da 1 a 17: Gli studenti non sono in grado di descrivere i metodi chimico-fisici per lo studio di sistemi molecolari discussi durante il corso.* *Da 18 a 22: Gli studenti descrivono in modo sufficiente le tecniche chimico-fisiche discusse durante il corso e le loro applicazioni per la caratterizzazione di sistemi molecolari.* *Da 23 a 26: Gli studenti forniscono una buona descrizione delle tecniche chimico-fisiche di caratterizzazione discusse durante il corso.* *Da 27 a 30: Gli studenti sono in grado di fornire una descrizione avanzata delle tecniche chimico-fisiche e della loro applicazione per lo studio di sistemi molecolari. Dimostrano di saper argomentare in modo dettagliato le proprietà desiderate sistemi complessi bioibridi e le relative caratterizzazioni.*

	• *30 e Lode: Gli studenti dimostrano una elevata autonomia di giudizio nel valutare le proprietà dei sistemi molecolari ottenute utilizzando tecniche chimico-fisiche. Argomentano in modo avanzato come avvalersi delle tecniche di caratterizzazione per lo sviluppo di sistemi bioibridi complessi.*

Altro	

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO

SYLLABUS – LM-6

COURSE OF STUDY Biologia Cellulare e Molecolare – Curriculum Biomolecolare
ACADEMIC YEAR *2024-2025*
ACADEMIC SUBJECT *Physico-chemical methods for the study of molecular systems*

General information	
Year of the course	Second year
Academic calendar (starting and ending date)	First semester (as reported in the Academic calendar)
Credits (CFU/ETCS):	5 CFU
SSD	CHIM/02
Language	Italiano
Mode of attendance	Attendance is recommended for front classes, and it is mandatory for 70% of the Laboratory Activities.

Professor/ Lecturer	
Name and Surname	Matteo Grattieri / Luigi Gentile
E-mail	matteo.grattieri@uniba.it luigi.gentile@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, 115
Virtual room	Microsoft Teams
Office Hours (and modalities: e.g., by appointment, on line, etc.)	Take an appointment by Email (normally scheduled in the afternoon)

Work schedule			
Hours			
Total	Lectures	Hands-on (laboratory, workshops, working groups, seminars, field trips)	Out-of-class study hours/ Self-study hours
125	*32*	*12*	*81*
CFU/ETCS			
5	*4*	*1*	

Learning Objectives	The course aims to provide the theoretical and practical fundamentals on the use of the main scattering techniques, X-rays spectroscopy, and advanced electrochemical techniques for the study and characterization of living matter at cellular and molecular level.
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	
Knowledge and understanding on:	o Different physic-chemical techniques for the study of cellular and molecular systems o The physic-chemical aspects at the basis of redox processes in molecular systems and their study by means of electrochemical techniques

Applying knowledge and understanding on:	o Characterization of molecular systems using scattering, spectroscopic, and electrochemical techniques (by means of the laboratory practices)
Soft skills	• *Making informed judgments and choices* o Discuss the advantages and disadvantages of the different physic-chemical characterization techniques o Discuss the experimental data obtained with peers and the instructor • *Communicating knowledge and understanding* o Writing technical reports using a proper scientific and technical language o Oral communication, also using digital platforms, to present and discuss the concepts and practical aspects object of the classes • *Capacities to continue learning* • Independently survey the scientific literature to critically evaluate the use of physic-chemical techniques for the study of molecular and cellular systems.

Syllabus	
Content knowledge	***Scattering.*** *Basic concepts of scattering:* *- Small-Angle X-ray Scattering* *- Small-Angle Neutron Scattering* *- Scattering of proteins and/or biological systems in solution* *- Scattering Data Analysis: the pair distance distribution function, Kratky plot, Guinier approximation and Radius of gyration.* ***X-rays spectroscopy.*** *Basic concepts of scattering:* *- Small-Angle X-ray Scattering* *- Small-Angle Neutron* **Electrochemistry of molecular systems** -Basic concepts of electrochemistry - electrochemical potential, Nernst equation - electrode/solution interface - non-faradic processes - faradic processes and thee heterogeneous electron transfer process - Butler-Volmer equation **Electron transfer at the electrode/molecular systems interfase** - basis of Marcus theory of electron transfer - the electron transfer between molecular/cellular systems and electrodes - direct and mediated electron transfer - artificial electron mediation systems **Electrochemical techniques for the study of electron transfer process in molecular systems** -linear and cyclic voltammetry - amperometry - advanced electrochemical techniques for molecular and cellular systems: electrochemical impedance spectroscopy, spectroelectrochemistry, electrochemical quartz crystal microbalance with dissipation (EQCM-D)
Texts and readings	- Lectures slides,

	- "Chimica Fisica" di P.W Atkins, J. De Paula, J. Keeler, VI ed. it. (2020) Zanichelli - "Electrochemical methods. Fundamentals and Applications" di A.J. Bard e L. R. Faulkner (2001). John Wiley and Sons, Inc. - "Electrochemical Processes in Biological Systems" di A. Lewenstam e L. Gorton (2015). John Wiley and Sons, Inc,
Notes, additional materials	Only specific sections and chapters of the indicated books.
Repository	The slides of the course will be provided by the Professors

Assessment	
Assessment methods	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 and the capability to discuss the different phisico-chemical techniques for the characterization of molecular systems and their properties.
Assessment criteria	• *Knowledge and understanding* o Minimum level to pass the exam: basic knowledge of the different physic chemical techniques and the electron transfer processes in molecular and cellular systems. o Intermediate level: good knowledge of the different physic chemical techniques and the electron transfer processes in molecular and cellular systems.. o Advanced level: advanced knowledge of the different physic chemical techniques and the electron transfer processes in molecular and cellular systems, also presenting their advantages and limitations. • *Applying knowledge and understanding* o Minimum level: knowing the basic techniques for the characterization of molecular systems. o Intermediate level: capability to correlate experimental data with the structure and properties of a biological materials. o 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. • *Autonomy of judgment* o Capability to autonomously evaluate the properties of a molecular system, also employing online repositories and literature review. Capability to critically discuss a case study presented during the exam. • *Communication skills* o Demonstrate the knowledge and proper use of scientific terminology based on the three levels described. Presenting the topics discussed with the technical terminology. • *Capacities to continue learning* o 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	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. Specifically, the final grade will be assigned based on the following criteria: From 1 to 17: The students cannot describe the physico-chemical methods presented during the course.

	From 18 to 22: The students can provide a basic description of the physico-chemical methods presented during the course. From 23 to 26: The students can provide a good description of the physico-chemical methods presented during the course. From 27 to 30 The students can provide an elaborated description of the physico-chemical methods presented during the course. They are capable to discuss in details the desired properties of molecular systems and the expected characterization results depending on such properties. • 30 with Honors (Lode): The students demonstrate high independence in the evaluation of the properties of molecular and cellular systems obtained using different physic-chemical techniques. They discuss in details how to utilize the characterization techniques presented during the course for the development of complex biohybrid systems.
Further information	
	.