CORSO DI STUDIO *Corso di Laurea in Scienze Chimiche - LM-54*
ANNO ACCADEMICO 2023-2024
DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO FOTOCHIMICA *(Photochemistry)*
Corso integrato con *Tecnologie Avanzate di Caratterizzazione Chimico-Fisica*
10 CFU totali

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	*I anno*
Periodo di erogazione	*I semestre*
Crediti formativi universitari (CFU/ETCS):	*6*
SSD	*CHIM02*
Lingua di erogazione	*Italiano*
Modalità di frequenza	*Lezioni: frequenza obbligatoria (almeno lo 80%); laboratorio: frequenza obbligatoria*

Docente	
Nome e cognome	Pinalysa Cosma
Indirizzo mail	pinalysa.cosma@uniba.it
Telefono	0805443443/3407369470
Sede	Dipartimento di Chimica
Sede virtuale	Teams del Corso
Ricevimento	Tutti i giorni

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
150	*32*	*30*	*88*
CFU/ETCS			
6	*4*	*2*	

Obiettivi formativi	Il corso tratta la fotochimica di sistemi complessi. Lo studente acquisirà familiarità con le più importanti nozioni sulla fotochimica e conoscenza delle tecniche sperimentali più utilizzate sia classiche che avanzate. In particolare, saranno considerati i seguenti obiettivi formativi: conoscenza dei meccanismi di dissipazione dell'energia di eccitazione elettronica che portano alle reazioni fotochimiche e/o ai processi di rilassamento fotofisico monomolecolare o bimolecolare; conoscenza delle più importanti tecniche convenzionali e "up to date" utilizzate per lo studio di tali processi; conoscenza delle più importanti applicazioni tecnologiche ed industriali della fotochimica; fornire strumenti per affrontare le problematiche per la determinazione di importanti parametri (quali resa quantica di un fotoprocesso o di emissione, tempo di vita di uno stato elettronico eccitato, attinometria di una lampada ecc.) nell'ambito di un laboratorio fotochimico; stimolare la capacità critica nel valutare effetti benefici (nella sintesi fotochimica, terapia fotodinamica, immagazzinamento dell'energia solare, ecc.) e nocivi (degradazione fotochimica di materiali fotosensibili, danni prodotti da radiazioni UV, ecc.) dell'interazione luce-materia. Inoltre, saranno considerati i meccanismi di importanti processi fotoindotti in sistemi biologici (come per es. la fotosintesi o la visione) e possibili applicazioni della fotochimica supramolecolare, nei campi della conversione dell'energia luminosa, dell'elettronica e della fotonica molecolare.
Prerequisiti	Chimica-fisica I e II, Matematica, Fisica, Chimica Organica I e II, Rappresentazioni grafiche.

Metodi didattici	Lezioni frontali in aula con proiezioni di diapositive (PowerPoint). Alcune lezioni saranno dedicate al ripasso ed all'approfondimento di alcune tematiche affrontate *Esercitazioni di laboratorio*

Risultati di apprendimento previsti ***DD1* Conoscenza e capacità di comprensione** ***DD2* Conoscenza e capacità di comprensione applicate** ***DD3-5* Competenze trasversali**	- ***Descrittore di Dublino 1****: conoscenza e capacità di comprensione* o Conoscere e comprendere gli aspetti della interazione tra le molecole e la radiazione, o Conoscere e comprendere le caratteristiche degli stati eccitati ed i loro processi di decadimento. o Conoscere le strumentazioni usate per lo studio delle specie e dei processi fotochimici. o Applicare le conoscenze a sistemi naturali e artificiali fotochimicamente attivi - ***Descrittore di Dublino 2****: capacità di applicare conoscenza e comprensione* In generale lo studente acquisirà procedure metodologiche e strumentali ad ampio spettro per la ricerca nel campo della spettroscopia e della fotochimica: o Potrà analizzare i processi intra- ed intermolecolari coinvolgenti stati eccitati; o Potrà comprendere il funzionamento ed utilizzo delle più semplici apparecchiature fotochimiche; o Potrà evidenziare le possibili applicazioni della fotochimica in campo industriale, energetico e per i sensori fluorescenti; o Potrà utilizzare le principali tecniche fotofisiche e fotochimiche, sia in stato stazionario che risolte nel tempo, comunemente impiegate per la caratterizzazione di sistemi molecolari e supramolecolari. o sarà in grado di utilizzare metodi avanzati di elaborazione dati. - ***Descrittore di Dublino 3****: capacità critiche e di giudizio*

	• *Autonomia di giudizio* *Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa dovrà essere in grado di* ○ Acquisizione di consapevole autonomia nel valutare le proprietà degli stati elettronicamente eccitati ed i loro processi di decadimento ○ capacità di valutazione critica delle le proprie conoscenze, delle proprie abilità e delle capacità acquisite, e dei propri risultati attraverso l'attività sperimentale in laboratorio e la redazione di relazioni scritte; ○ capacità di trattare la complessità dell'interazione tra radiazione elettromagnetica e materia, in funzione anche dello stato della materia; ○ capacità di lavorare in un contesto fotochimico analizzando le problematiche di ambito chimico e proponendo soluzioni tecniche alternative - ***Descrittore di Dublino 4****: capacità di comunicare quanto si è appreso.* • *Abilità comunicative* *Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa dovrà essere in grado di* ○ comunicare in forma scritta e orale, in italiano ed in inglese, anche con utilizzo di sistemi multimediali; ○ presentare una propria attività di ricerca o di rassegna ad un pubblico di specialisti o di profani; ○ sostenere un contraddittorio sulla base di un giudizio sviluppato autonomamente su una problematica inerente la fotochimica. - ***Descrittore di Dublino 5****: capacità di proseguire lo studio in modo autonomo nel corso della vita.* • *Capacità di apprendere in modo autonomo* *Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa dovrà essere in grado di* ○ Capacità di recuperare agevolmente le informazioni dalla letteratura, banche dati ed internet. ○ Capacità personali nel ragionamento logico e nell'approccio critico al problema organico posto in qualunque ambito lavorativo. ○ Possiede abilità interpersonali, capacità di interagire con altre persone e di condurre attività in collaborazione.
Contenuti di insegnamento (Programma)	✓ Richiami di chimica quantistica: diagramma di stato di atomi e molecole, orbitali, configurazioni elettroniche e stati eccitati di atomi (ad esempio, ossigeno) e molecole diatomiche e poliatomiche (ad esempio, diossina, formaldeide, composti di coordinamento). Schemi della teoria dei gruppi di simmetria ✓ Interazione tra le molecole e la radiazione; calcolo della probabilità di transizione. ✓ Regole di selezione e intensità delle transizioni; gruppi cromofori; effetto del solvente e dei sostituenti. ✓ Fotofisica molecolare: diagramma di Jablonski; transizioni radiative e non radiative; la cinetica dei processi fotofisici di decadimento; tempi di vita; rendimenti quantici; studio sperimentale delle transizioni radiative; strumentazione "steady state"e "time resolved"; quenching dinamico e statico; Equazione di Stern-Volmer. ✓ Processi di trasferimento di energia. ✓ Proprietà degli stati eccitati: Eccimeri ed Ecciplessi. ✓ Processi di trasferimento elettronico: teoria di Marcus. ✓ Reazioni fotochimiche. ✓ Tecniche sperimentali in fotochimica. ✓ Laser: principi generali; inversione di popolazione; la cavità e le caratteristiche dei modi; la commutazione q; i modi vincolanti in fase.

	✓ I laser di impiego pratico: laser a stato solido, laser a gas, laser chimici e laser ad ecciplessi, laser a colorante diodi fotoemettitori e laser a semiconduttori. Applicazioni chimiche dei laser. ✓ Fotoelettrochimica: elettrochimica e fotoelettrochimica di semiconduttori; celle fotoelettrochimiche. ✓ Fotocromismo.
Testi di riferimento	Dispense e appunti di lezione "Essential of molecular photochemistry", Gilbert, Baggott, Blakwell Science (1995) "Photochemistry and Photophysics. Concepts, Research, Applications", Vincenzo Balzani, Paola Ceroni, and Alberto Juris, Wiley-VCH (2014)
Note ai testi di riferimento	
Materiali didattici	

Valutazione	
Modalità di verifica	*Colloquio orale ed impiego di lavagna tradizionale. L'esame orale prevede una domanda sull'attività di laboratorio ed almeno due domande sul corso teorico. Durante tale esame, lo studente ha la possibilità di presentare un breve approfondimento (massimo 10 minuti) di un'applicazione della fotochimica o di un sistema supramolecolare descritto in letteratura con l'ausilio di diapositive a cui segue discussione col docente sui punti di forza ed eventuali punti critici del sistema in esame.* *Alla valutazione concorrono anche le relazioni scritte sulle esperienze di laboratorio.*

Criteri di valutazione	Lo studente deve dimostrare:
	• *Conoscenza e capacità di comprensione:*
	  ○ padronanza della materia e capacità di valutazione critica dei risultati sperimentali
	• *Conoscenza e capacità di comprensione applicate:*
	  ○ capacità critica nell'analisi dei dati sperimentali,
	  ○ utilizzare le risorse digitali in maniera corretta,
	  ○ analizzare i dati sperimentali mediante i più comuni software (Excell, SigmaPlot, Origin, etc),
	  ○ utilizzare semplici metodi numerici
	• *Autonomia di giudizio*:
	  ○ sapere scegliere la strategia più opportuna per la risoluzione di problemi pratici inerenti all'ambito fotochimico.
	• *Abilità comunicative:*
	  ○ proprietà di linguaggio
	  ○ organizzazione autonoma dell'esposizione sugli stessi argomenti di contenuto teorico
	  ○ capacità di argomentare
	• *Capacità di apprendere:*
	  ○ capacità di operare collegamenti con i contenuti di altri corsi.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	Il voto finale è attribuito in trentesimi. L'esame si intende superato quando il voto è maggiore o uguale a 18.

Altro	
	.

COURSE OF STUDY: Master's degree in Chemical Sciences (LM-54)
ACADEMIC YEAR: 2023/2024
ACADEMIC SUBJECT: PHOTOCHEMISTRY (Integrated Course with ADVANCED TECHNOLOGIES FOR CHEMICAL-PHYSICAL CHARACTERIZATION**)**

General information	
Year of the course	I
Academic calendar (starting and ending date)	I Semester
Credits (CFU/ETCS):	6
SSD	CHIM02
Language	Italian
Mode of attendance	*Lectures compulsory for 80% at least; laboratory compulsory*

Professor/ Lecturer	
Name and Surname	Pinalysa Cosma
E-mail	pinalysa.cosma@uniba.it
Telephone	0805443443
Department and address	*Chemistry, University Campus, Via Orabona n.4 - 70126 Bari*
Virtual room	*Course's TEAMS*
Office Hours (and modalities: e.g., by appointment, on line, etc.)	Every day

Work schedule			
Hours			
Total	Lectures	Hands-on (laboratory, workshops, working groups, seminars, field trips)	Out-of-class study hours/ Self-study hours
150	*32*	*30*	*88*
CFU/ETCS			
6	*4*	*2*	

Learning Objectives	The course deals with the photochemistry of complex systems. The student will become familiar with the most important notions of photochemistry and knowledge of the most used experimental techniques both classic and advanced. In particular, the following educational objectives will be considered: knowledge of the mechanisms of dissipation of electron excitation energy that lead to photochemical reactions and/or to the processes of mono-molecular or bimolecular photophysical relaxation; knowledge of the most important conventional and "up to date" techniques used for the study of these processes; knowledge of the most important technological and industrial applications of photochemistry; provide tools to address the challenges of determining important parameters (such as the quantum yield of a photo-process or emission, lifetime of an excited electron state, actinometry of a lamp, etc.) within a photochemical laboratory; stimulate the critical ability to evaluate beneficial effects (in photochemical synthesis, photodynamic therapy, solar energy storage, etc.) and harmful (photochemical degradation of photosensitive materials, damage produced by UV radiation, etc.) of light-to-matter interaction. In addition, the mechanisms of important photoinduced processes in biological systems (e.g., photosynthesis or vision) and possible applications of supramolecular photochemistry in the fields of light energy conversion, electronics, and molecular photonics will be considered.

Course prerequisites	*Chemical-Physics I and II, Mathematics, Physics, Organic Chemistry I and II, Software skills for data treatment and their graphic representations.*

Teaching strategie	Lectures in the classroom with slide shows (PowerPoint). Some lessons will be dedicated to the review and in-depth study of some topics. Laboratory activities
Expected learning outcomes in terms of	
Knowledge and understanding on:	○ Knowing and understanding the interaction between molecules and radiation; ○ Knowing and understanding the characteristics of excited states and their decay processes; ○ Know the instruments used for the study of species and photochemical processes. ○ Apply knowledge to photochemically active natural and artificial systems
Applying knowledge and understanding on:	In general, the student will acquire methodological and instrumental procedures for research in the field of spectroscopy and photochemistry: ○ May analyze the intra- and intermolecular processes involving excited states; ○ may include the operation and use of the simplest photochemical equipment; ○ will highlight the possible applications of photochemistry in the industrial, energy, and fluorescent sensors; ○ will be able to use the main photophysical and photochemical techniques, both in steady state and resolved over time, commonly used for the characterization of molecular and supramolecular systems. ○ will be able to use advanced data processing methods.
Soft skills	• *Making informed judgments and choices* ○ Acquisition of conscious autonomy in evaluating the properties of electronically excited states and their decay processes; ○ ability to critically assess their knowledge, skills, and abilities acquired, and their results through experimental laboratory activity and the preparation of written reports; ○ ability to deal with the complexity of the interaction between electromagnetic radiation and matter, also as a function of the state of matter; ○ ability to work in a photochemical context by analyzing chemical problems and proposing alternative technical solutions

	• *Communicating knowledge and understanding* ○ communicate in written and oral form, in Italian and English, also using multimedia systems; ○ submit its own research or review activities to an audience of specialists or laypersons; ○ to support a contradiction on the basis of an independently developed judgment on a problem inherent in photochemistry. • *Capacities to continue learning* ○ Ability to easily retrieve information from literature, databases, and the internet. ○ Personal skills in logical reasoning and critical approach to the organic problem posed in any working environment. ○ Possesses interpersonal skills, ability to interact with other people and to conduct collaborative activities.
Syllabus	
Content knowledge	✓ Quantum chemistry recalls: state diagram of atoms and molecules, orbitals, electronic configurations, and excited states of atoms (e.g., oxygen) and diatomic and polyatomic molecules (e.g., dioxin, formaldehyde, coordination compounds). Schemes of the theory of symmetry groups. ✓ Interaction between molecules and radiation; calculation of transition probability. ✓ Rules of selection and intensity of transitions; chromophore groups; effect of solvent and substituents. ✓ Molecular photophysics: Jablonski diagram; radiative and non-radiative transitions; kinetics of photophysical decay processes; life times; quantum returns; experimental study of radiative transitions; "steady state" and "resolved time" instrumentation; dynamic and static quenching; Stern-Volmer equation. ✓ Processes of energy transfer. ✓ Properties of excited states: Excimers and Exciplesses. ✓ Electronic transfer processes: Marcus theory. ✓ Photochemical reactions. ✓ Experimental techniques in photochemistry. ✓ Laser: general principles; population inversion; the cavity and characteristics of modes; the switching q; the binding modes in phase. ✓ Practical lasers: solid-state lasers, gas lasers, chemical lasers and exciplexus lasers, diode-emitting dye lasers and semiconductor lasers. Chemical applications of lasers. ✓ Photoelectrochemistry: electrochemistry and photoelectrochemistry of semiconductors; photoelectrochemical cells. ✓ Photochromism.
Texts and readings	Lecture notes and notes “Essential of molecular photochemistry”, Gilbert, Baggott, Blakwell Science (1995) “Photochemistry and Photophysics. Concepts, Research, Applications”, Vincenzo Balzani, Paola Ceroni, and Alberto Juris, Wiley-VCH (2014)
Notes, additional materials	
Repository	

Assessment	
Assessment methods	Oral exam and use of a traditional whiteboard. The oral exam includes a question about laboratory activity and at least two questions about the theoretical course. During this exam, the student has the opportunity to present a short deepening (maximum 10 minutes) of an application of photochemistry or a supramolecular system described in the literature with the help of slides followed by discussion with the teacher on the strengths and possible critical points of the system under

	examination. Written reports on laboratory experience are also part of the evaluation.
Assessment criteria	• *Knowledge and understanding* ○ mastery of the subject and ability to critically evaluate the experimental results • *Applying knowledge and understanding* ○ Critical capacity in the analysis of experimental data, ○ use of digital resources correctly, ○ analyze experimental data using the most common software (Excell, SigmaPlot, Origin, etc), ○ use simple numerical methods • *Autonomy of judgment* ○ know how to choose the most appropriate strategy for solving practical problems related to the photochemical field. • *Communicating knowledge and understanding* ○ language properties ○ autonomous organization of the exhibition on the same topics of theoretical content ○ ability to argue ○ ability to link with the content of other courses. • *Capacities to continue learning* ○ Personal skills in logical reasoning and critical approach to the organic problem posed in any working environment
Final exam and grading criteria	The final grade is awarded in thirtieth grade. The exam is considered passed when the grade is greater than or equal to 18.
Further information	
	.