

## Nanochimica applicata

*Applied Nanochemistry*

<b>A.A.</b>	2025/26	<b>CdS</b>	Chimica Magistrale
<b>Codice</b>	8067777	<b>Canale</b>	Unico
<b>CFU</b>	6 (3 CFU Carbone + 3 CFU Gontrani)	<b>Lingua</b>	Italiano

### DOCENTE RESPONSABILE

**Marilena Carbone**

### CODOCENTE

**Lorenzo Gontrani**

Modulo: Metodi di sintesi verdi e innovativi, tecnica XRD/Rietveld per lo studio delle fasi cristalline, modellazione computazionale delle proprietà delle nanoparticelle, / Green and innovative synthesis methods, XRD/Rietveld technique to identify crystalline phases, Computational modeling of nanoparticles properties

### OBIETTIVI FORMATIVI

<b>Italiano</b>	<p><b>OBIETTIVI FORMATIVI:</b> L'insegnamento si articola su lezioni frontali, ed è volto allo studio dei nanomateriali in funzione del loro utilizzo.</p> <p><b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE:</b> Gli studenti devono acquisire i principi basilari della preparazione della preparazione delle nanoparticelle mediante sintesi chimica, sia di tipo bottom-up che top-down e della loro successiva funzionalizzazione, nonché di conoscere le tecniche per studiarne le proprietà e predirne alcune loro proprietà mediante metodi computazionali.</p> <p><b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE:</b> Gli studenti devono possedere la capacità di valutare le migliori metodologie per la sintesi di nanoparticelle con le proprietà richieste e di progettare la sintesi di nuovi materiali, impiegando sia solventi classici che solventi innovativi, nonché di predire le proprietà mediante calcoli. La verifica dei risultati di apprendimento è effettuata con un esame orale finale, volto ad accertare le capacità dello studente di applicare le conoscenze acquisite.</p> <p><b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO:</b> Gli studenti devono essere in grado di analizzare criticamente i dati sperimentali. Inoltre devono essere in grado di fare ricerche bibliografiche autonome utilizzando libri o riviste scientifiche di settore. Infine, devono essere in grado di utilizzare per la ricerca scientifica gli archivi elettronici disponibili sul WEB, operando la necessaria selezione dell'informazione disponibile.</p> <p><b>ABILITÀ COMUNICATIVE:</b> Gli studenti devono essere in grado di presentare la propria ricerca o i risultati di una ricerca bibliografica ad un pubblico sia di specialisti che di profani. A tal fine e' importante avere una conoscenza dell'inglese sufficiente per la comprensione di testi scientifici, attraverso la partecipazione a corsi di inglese specifici per la Macroarea di Scienze. Viene inoltre fortemente stimolata la capacità di espressione in termini tanto rigorosi quanto comprensibili. Attraverso la presentazione dei risultati, lo studente svilupperà la capacità di interagire con altre persone di preparazione culturale analoga o in discipline affini, di sostenere un contraddittorio e di sviluppare spirito critico e capacità di sintesi.</p>
-----------------	---



	<p>CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Gli studenti devono aver acquisito una comprensione della natura e dei modi della ricerca in chimica e di come questa sia strettamente applicabile a molti campi della sintesi dei nanomateriali e non solo. Devono essere in grado di affrontare problemi a loro incogniti nella sintesi chimica attraverso lo studio autonomo.</p>
Inglese	<p><b>LEARNING OUTCOMES:</b> <i>The course is based on face-to-face lectures, and is aimed at the study of purpose-driven nanomaterials as a function of their usage.</i></p> <p><b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:</b> <i>Students are expected to acquire the basic principles of nanoparticle preparation by bottom-up and top-down chemical synthesis and their subsequent functionalization, as well as to know the techniques for studying their properties and predicting some of their properties by computational methods.</i></p> <p><b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:</b> <i>Students must possess the ability to evaluate the best methodologies for the synthesis of nanoparticles with the required properties and to design the synthesis of new materials, employing both classical and innovative solvents, as well as to predict the properties by calculations. Verification of learning outcomes is by a final oral examination designed to ascertain the student's ability to apply the knowledge acquired.</i></p> <p><b>MAKING JUDGEMENTS:</b> <i>Students must be able to critically analyze experimental data. They must also be able to do independent bibliographic research using books or scientific journals in the field. Finally, they must be able to use electronic archives available on the WEB for scientific research, making the necessary selection of available information.</i></p> <p><b>COMMUNICATION SKILLS:</b> <i>Students must be able to present their research or the results of a literature search to both specialist and lay audiences. To this end, it is important to have sufficient knowledge of English to understand scientific texts, through participation in English courses specific to the Science Macroarea.</i> <i>The ability to express oneself in terms that are as rigorous as they are comprehensible is also strongly stimulated. Through presentations of the results, the student will develop the ability to interact with others of similar cultural background or in related disciplines, to argue an adversarial argument, and to develop critical thinking and synthesis skills.</i></p> <p><b>LEARNING SKILLS:</b> <i>Students must have gained an understanding of the nature and modes of research in chemistry and how it is narrowly applicable to many fields of nanomaterial synthesis and beyond. They must be able to address problems unknown to them in chemical synthesis through self-study.</i></p>

## PREREQUISITI

Italiano	Conoscenze di base di chimica inorganica, organica, analitica acquisite nel corso della laurea triennale
Inglese	Basic knowledge of inorganic, organic, analytical chemistry, acquired in bachelor studies

## PROGRAMMA

<p><b>Italiano</b></p>	<p>Verranno descritte le proprietà dei nanomateriali che trovano applicazione in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DSSC (Celle solari a colorante) (3 ore)</li> <li>- Agricoltura (2 ore)</li> <li>- Sensori chemoresistivi (3 ore)</li> <li>- Sensori fluorescenti di contaminanti, inquinanti e di temperatura (4 ore)</li> </ul> <p>Verranno individuate le proprietà chiave per l'applicazione e si valuterà come esse possono essere utilizzate in dispositivi tecnologici, nonché come si possano modulare le proprietà durante la sintesi e i trattamenti post-sintesi. Si descriverà l'uso di metodi di sintesi green in solventi tradizionali e innovativi, quali i Deep Eutectic Solvents (8 ore). Si analizzeranno i metodi di screening delle proprietà strutturali e morfologiche in funzione dell'applicazione (p. es. diffrazione di raggi X (12 ore), spettroscopia IR (4 ore), Microscopia SEM (3 ore)). Si discuteranno alcuni metodi computazionali per interpretare e predire le proprietà. (5 ore)</p> <p>Inoltre, verranno trattati nanomateriali e pigmenti negli inchiostri per tatuaggi, la loro determinazione, i fattori allergenici all'interno degli inchiostri, i componenti del veicolo degli inchiostri, la normativa europea, i limiti europei per alcuni additivi come l'acido formico, la consultazione dei database ECHA e REACH (4 ore)</p>
<p><b>Inglese</b></p>	<p><i>The properties of nanomaterials with applications in:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>DSSC (Dye Solar Cells) (3 hours)</i></li> <li>- <i>Agriculture (2 hours)</i></li> <li>- <i>Chemoresistive sensors (3 hours)</i></li> <li>- <i>Fluorescent contaminant, pollutant and temperature sensors (4 hours)</i></li> </ul> <p><i>Key properties for application will be identified and how they can be used in technological devices will be assessed, as well as how properties can be modulated during synthesis and post-synthesis treatments. The use of green synthesis methods in traditional and innovative solvents such as Deep Eutectic Solvents will be described (8 hours). Methods for screening of structural and morphological properties depending on the application (e.g. X-ray diffraction (12 hrs), IR spectroscopy (4 hrs), SEM microscopy (3 hrs)) will be analysed. Some computational methods for interpreting and predicting properties will be discussed (5 hours).</i></p> <p><i>In addition, nanomaterials and pigments in tattoo inks, their determination, allergenic factors within inks, vehicle components of inks, European legislation, European limits for certain additives such as formic acid, consultation of ECHA and REACH databases will be covered (4 hrs)</i></p>

### TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA

<p><b>Italiano</b></p>	<p>Nanochemistry: A Chemical Approach to Nanomaterials Geoffrey A Ozin; André Arsenault; Ludovico Cademartiri RSC eTextbook Collection</p>
<p><b>Inglese</b></p>	<p><i>Nanochemistry: A Chemical Approach to Nanomaterials</i> <i>Geoffrey A Ozin; André Arsenault; Ludovico Cademartiri</i> <i>RSC eTextbook Collection</i></p>

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO

Italiano	Il corso prevede 48 ore di lezioni frontali i cui vengono trattati tutti gli argomenti del programma, con l'aiuto di diapositive esplicative e riassuntive e con interlocuzioni con gli studenti.
Inglese	<i>The course includes 48 hours of lectures (using both slides presentation and blackboard) covering all the topics of the program, with interactions with the students.</i>

## MODALITÀ DI VALUTAZIONE

### Prova orale

Italiano	<p>Nell'ottica di valutare gli obiettivi formativi stabiliti, per questo insegnamento è previsto il superamento di una prova orale alla fine del corso e dell'esposizione/discussione di uno o più articoli scientifici recenti, relativi ad un argomento concordato con il docente. La prova orale verterà sulla discussione delle varie metodologie apprese durante il corso.</p> <p>Il punteggio della prova d'esame è attribuito mediante un voto espresso in trentesimi, e sarà assegnato in base ai seguenti criteri:</p> <p>Non idoneo: importanti carenze e/o inaccuratezza nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni.</p> <p>18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti.</p> <p>21-23: Conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; Capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente.</p> <p>24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi con argomentazioni espresse in modo rigoroso.</p> <p>27-29: Conoscenza e comprensione degli argomenti completa; notevoli capacità di analisi, sintesi. Buona autonomia di giudizio.</p> <p>30-30L: Ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di analisi e di sintesi e di autonomia di giudizio. Argomentazioni espresse in modo originale.</p>
Inglese	<p><i>In order to assess the achievement of the course objectives, passing an oral test is required at the end of the course, together with the presentation/discussion of one or more recent scientific article(s) on a topic agreed with the lecturer. The oral test will focus on the discussion of the various methodologies learned during the course.</i></p> <p><i>The examination will be marked by a grade expressed in thirtieths, and will be awarded according to the following criteria:</i></p> <p><i>Not suitable: major deficiencies and/or inaccuracy in knowledge and understanding of the topics; limited ability to analyse and synthesise, frequent generalisations.</i></p> <p><i>18-20: Barely sufficient knowledge and understanding of the topics with possible imperfections; sufficient capacity for analysis, synthesis and autonomy of judgement.</i></p> <p><i>21-23: Routine knowledge and understanding of the topics; correct analysis and synthesis skills with coherent logical argumentation.</i></p> <p><i>24-26: Fair knowledge and understanding of the topics; good analytical and synthetic skills with rigorously expressed arguments.</i></p> <p><i>27-29: Comprehensive knowledge and understanding of the topics; Considerable ability to analyse, synthesise. Good autonomy of judgement.</i></p> <p><i>30-30L: Excellent level of knowledge and understanding of topics. Remarkable analytical and synthetic skills and independent judgement. Arguments expressed in an original manner</i></p>

## MODALITÀ DI FREQUENZA



<b>Italiano</b>	Erogazione in presenza e facoltativa, ma fortemente consigliata
<i>Inglese</i>	<i>Lectures in presence and optional, but highly recommended</i>