

**DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA**

**CHIMICA INORGANICA 3**

*INORGANIC CHEMISTRY 3*

**INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA**

|               |           |               |          |
|---------------|-----------|---------------|----------|
| <b>A.A.</b>   | 2026-2027 | <b>CdS</b>    | CHIMICA  |
| <b>Codice</b> | 8068166   | <b>Canale</b> | Unico    |
| <b>CFU</b>    | 6         | <b>Lingua</b> | Italiano |

**DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA**

**MARILENA CARBONE**

**OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Italiano</b> | <p><b>OBIETTIVI FORMATIVI:</b></p> <p>Approfondimento della conoscenza del legame chimico in molecole, complessi e solidi con gli strumenti della quantomeccanica.</p> <p><b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE:</b></p> <p>Familiarità con il linguaggio quantomeccanico come base della descrizione del legame chimico</p> <p><b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE:</b></p> <p>Al termine del corso gli studenti dovranno essere capaci di correlare proprietà elettroniche delle molecole alle loro caratteristiche macroscopiche come il colore e alle proprietà spettroscopiche. Dovranno, inoltre, essere in grado prevedere l'andamento del percorso reattivo in reazioni di sostituzione e valutare strategie di sostituzione.</p> <p><b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO:</b></p> <p>Si configura come capacità di valutazione autonoma delle proprie conoscenze. Da un punto di vista pratico dell'apprendimento, gli studenti dovranno essere in grado di distinguere autonomamente quali scenari chimici siano plausibili e quali siano i limiti delle varie trattazioni.</p> <p><b>ABILITÀ COMUNICATIVE:</b></p> <p>Sono legate alla capacità di descrizione e valutazione del legame chimico, attraverso le loro proprietà più comuni, e le varie trattazioni.</p> <p><b>CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO:</b></p> <p>Il percorso di studi della chimica inorganica II ha</p> |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | <p>l'obiettivo di facilitare e migliorare le capacità di ulteriore apprendimento di concetti legati alla sintesi, alla caratterizzazione spettroscopica e all'applicazione, nei vari ambiti, di molecole e materiali.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| English | <p><b>LEARNING OUTCOMES:</b></p> <p><i>Knowledge of the chemical bonds in molecules, complexes and solids through a quantum-mechanical description</i></p> <p><b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:</b></p> <p><i>Becoming conversant with the quantum-mechanical language as foundation of the chemical bond</i></p> <p><b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:</b></p> <p><i>It is expected to be capable of correlating the electronic properties of molecules, with their macroscopic characteristics, such as the color, and their spectroscopic properties. Along with this, it is foreseen to forecast the reaction pathway in substitution reactions, and to be capable of evaluating strategies of substitutions.</i></p> <p><b>MAKING JUDGEMENTS:</b></p> <p><i>Capability of self-evaluation of the acquired knowledge. On the practical side, the students are supposed to independently sort out which chemical scenarios are plausible as well as the limits of the different approaches.</i></p> <p><b>COMMUNICATION SKILLS:</b></p> <p><i>They are related to the capability of describing and evaluating the chemical bond, through their most common properties and approaches.</i></p> <p><b>LEARNING SKILLS:</b></p> <p><i>This course aims at facilitating and improving the further learning of concepts related to the syntheses, spectroscopic characterization and applications, in various fields of molecules and materials.</i></p> |

**PREREQUISITI**

|          |                                                                                                    |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Italiano | Conoscenza delle basi di matematica e fisica, della chimica generale, e della chimica sistematica. |
| English  | Basic knowledge of mathematics and physics, general and systematic chemistry                       |



**PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA**

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Italiano | <p>I simboli di termine atomici. Teoria del legame di valenza. Orbitali Molecolari (OM) con il metodo LCAO (Linear Combination of Atomic Orbitals): calcolo dei coefficienti di combinazione lineare per molecole omo- ed eteronucleari. Molecole poliatomiche: LiH, BeH<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, BF<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O. (totale 12 ore)</p> <p>Teoria dei gruppi: elementi di simmetria, gruppi puntuali, rappresentazioni irriducibili e riducibili. (totale 4 ore)</p> <p>Complessi di coordinazione: descrizione dei numeri di coordinazione più comuni, nomenclatura, chiralità e assegnazione della configurazione assoluta di complessi ottaedrici. Stabilità dei complessi ed effetto della chelazione Teoria del campo cristallino e degli OM applicata a complessi ottaedrici, tetraedrici e quadrato-piani. Complessi ottaedrici ad alto e basso spin. Legami <math>\sigma</math> e <math>\pi</math> nei complessi ottaedrici, serie spettrochimica. Parametri di Racah. Simboli di termine Spettroscopici. Diagrammi di Tanabe-Sugano. Regole di selezione nelle transizioni d-d. Transizione LMCT, MLCT. Complessi di metalli zerovalenti Complessi carbonilici. Complessi metallorganici e apticità. Reazioni di sostituzioni in complessi quadrato-piani e ottaedrici. Meccanismo stechiometrico e meccanismo intrinseco. Isomerizzazione in reazioni di sostituzione. (totale: 24 ore)</p> <p>I solidi ionici, la costante di Madelung, i difetti nei solidi. Legami metallici, teoria dell'elettrone quasi libero e teoria delle bande. (totale 4 ore)</p> <p>Nanomateriali: proprietà, sintesi, metodi d'indagine e applicazioni. (totale 4 ore)</p> |
| English  | <p><i>Atomic Term Symbols. Valence Band Theory. Molecular Orbitals (MO) by Linear Combination of Atomic Orbitals (LCAO): calculation of combination coefficient for Homo- and Hetero- nuclear biatomic molecules. Description of Homo- and Hetero- nuclear biatomic molecules by MO. Polyatomic Molecules by MO: LiH, BeH<sub>2</sub>, CO CO<sub>2</sub>, BF<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O. (total 12 hrs)</i></p> <p><i>Group Theory: Definition of Symmetry elements, point groups, irreducible and reducible representations and their mutual relationship. (total 4 hrs)</i></p> <p><i>Coordination Complexes: description of the most common coordination numbers, nomenclature, chirality and as assignment of the absolute configuration to octahedral complexes. Complex stability and chelation effect. Crystal Field Theory, VB and MO theory applied to octahedral, tetrahedral and square-planar complexes. High and low spin complexes. <math>\sigma</math> e <math>\pi</math> bonds in octahedral complexes and the spectro- chemical series. Racah Parameters. Spectroscopic Term Symbols. Selection Rules in d-d transitions. Ligand Metal</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><i>Charge Transfer, Metal Ligand Charge Transfer transitions. Complexes of zerovalent metals. Carbonyl complexes. Metallo-organic complexes and their hapticity. Substitution reactions in octahedral and square-planar complexes. Intrinsic and stoichiometric mechanisms. Isomerization in substitution reactions. (total 24 hrs)</i></p> <p><i>Ionic solids, Madelung constant and defects in solids. Metallic bonds: almost-free electron theory and band theory. (total 4hrs)</i></p> <p><i>Nanomaterials: properties, synthesis, characterization methods and applications. (total 4hrs)</i></p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

|          |                                                        |
|----------|--------------------------------------------------------|
| Italiano | Chimica Inorganica Atkins, Chimica Inorganica Huheey   |
| English  | Inorganic Chemistry Atkins, Inorganic Chemistry Huheey |

#### DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza

☐ A distanza

|          |                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Italiano | Le lezioni frontali prevedono la partecipazione attiva da parte degli studenti e la verifica sistematica, mediante colloquio informale di gruppo, della comprensione dei concetti sviluppati per stimolare l'autovalutazione.             |
| English  | The classes foresee the active participation of the students and a constant verification of the acquired knowledge and the familiarity with new chemical concepts through informal group talks, in order to stimulate the self-evaluation |

#### MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria

☒ frequenza facoltativa

#### DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

|          |                                                                           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|
| Italiano | Le lezioni si svolgono in presenza. E' consigliata la frequenza al corso. |
| English  | Classes are in presence. Attendance is advised                            |

#### MODALITÀ DI VALUTAZIONE

☐ Prova scritta

☒ Prova orale

☐ Prova di laboratorio

☐ Prova pratica

☐ Valutazione in itinere

☐ Valutazione di progetto

☐ Valutazione di tirocinio

#### COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

**Marilena Carbone, Lorenzo Gontrani, Emanuele Vincenzo Scibetta, Diego Di Girolamo**

**DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO**

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Italiano | <p>Nell'ottica di valutare gli obiettivi formativi stabiliti, per questo insegnamento è previsto il superamento di una prova orale pubblica alla fine del corso. L'esame consiste in un colloquio riguardante tutti gli argomenti descritti nel corso delle lezioni, in cui si richiede di dimostrare di aver acquisito i concetti fondamentali, di avere capacità di collegamento tra di loro i vari aspetti e di valutazione dell'impatto di un elemento in più contesti. Il punteggio finale verrà attribuito mediante un voto espresso in trentesimi. La prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri:</p> <p>18-21, lo studente ha acquisito i concetti di base della disciplina, modo di esprimersi e linguaggio sufficientemente corretti e appropriati.</p> <p>22-25, lo studente ha acquisito in maniera approfondita i concetti di base della disciplina, ed è adeguatamente in grado di effettuare i collegamenti fra le varie materie. Presenta linearità nella strutturazione del discorso. Il linguaggio è appropriato e corretto.</p> <p>26-29, lo studente possiede un bagaglio di conoscenze completo e ben strutturato. È in grado di applicare e rielaborare in maniera autonoma, senza alcun errore, le conoscenze acquisite. Evidenzia ricchezza di riferimenti e capacità logico-analitiche con un linguaggio fluido, appropriato e vario.</p> <p>30 e 30 e lode, lo studente possiede un bagaglio di conoscenze completo e approfondito. Sa applicare conoscenze a casi e problemi complessi ed estenderle a situazioni nuove. I riferimenti culturali sono ricchi e aggiornati. Si esprime con brillantezza e perfetta proprietà di linguaggio.</p> |
| English  | <p><i>The final test is an oral, public exam, where the knowledge of the fundamental concepts is probed, as well as the connection capability of different concepts and the impact of the same element in different contexts. The final score will be marked by means of a score expressed in thirtieths, according to the following criteria:</i></p> <p><i>18-21, the student has acquired the basic concepts of the discipline, sufficiently correct and appropriate manner of expression and language.</i></p> <p><i>22-25, the student has thoroughly acquired the basic concepts of the discipline and is adequately able to make connections between the various subjects. He/she presents linearity in structuring speech. Language is appropriate and correct.</i></p> <p><i>26-29, the student possesses a complete and well-structured body of knowledge. He/she shows a wealth of references and logical-analytical skills with fluid, appropriate and varied language. The student can apply and revise independently, without error, the knowledge acquired.</i></p> <p><i>30 and 30 cum laude, the student possesses a complete and thorough body of knowledge.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|  |                                                                                                                                                                                                                     |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><i>He expresses himself with brilliance and perfect command of language. Can apply knowledge to complex cases and problems and extend it to new situations. Cultural references are rich and up-to-date.</i></p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|