

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

CHIMICA ANALITICA 1 E LABORATORIO

ANALYTICAL CHEMISTRY I AND LABORATORY

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	CHIMICA
Codice	8068170	Canale	Unico
CFU	6	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

LAURA MICHELI

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: L'insegnamento permette allo studente di applicare le proprie conoscenze sull'equilibrio in soluzione acquosa per la determinazione di cationi ed anioni inorganici. Lo scopo è anche quello di rendere gli studenti coscienti delle basi teoriche impartite nel primo anno attraverso lezioni teoriche e pratica di laboratorio. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE: Per una buona comprensione del corso è richiesta una buona conoscenza della chimica generale e degli equilibri chimici in soluzione acquosa. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE: Gli studenti, durante l'attività frontale e di laboratorio, hanno la possibilità di verificare la loro preparazione e la comprensione degli argomenti del corso mediante una serie di esercitazioni numeriche e pratiche basate su esperienze di laboratorio in cui vengono applicati i principi teorici spiegati durante le lezioni frontali. AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Durante le esperienze di laboratorio, gli studenti hanno la possibilità di verificare in maniera autonoma e critica i concetti riguardanti l'analisi sistematica di cationi ed anioni inorganici mediante esercitazioni pratiche. Durante il corso, gli studenti hanno la possibilità di dimostrare la capacità di raccogliere e interpretare i dati raccolti in modo da sviluppare un giudizio autonomo sull'esperienza effettuata. ABILITÀ COMUNICATIVE:
-----------------	---

	Durante le attività di laboratorio gli studenti hanno la possibilità applicare le loro conoscenze inerenti agli equilibri chimici in soluzione che gli consentono di capire quali sono le condizioni che vengono ad instaurarsi per il riconoscimento di anioni e cationi inorganici in soluzione. La comprensione del loro operato e dei risultati da loro ottenuti si esplica mediante una relazione scritta relativa al riconoscimento di un campione dalla composizione incognita. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: L'esame consiste in una prova pratica di laboratorio in cui dovranno analizzare un campione solido dalla composizione incognita (contenente i cationi e gli anioni analizzati nelle esercitazioni di laboratorio precedenti), a cui seguirà la consegna di una relazione con i risultati. Successivamente vi sarà un colloquio orale volto a verificare il livello di conoscenza degli argomenti svolti e valutare la capacità di utilizzare le conoscenze nella descrizione e nella previsione della composizione di un campione solido contenente composti inorganici. La valutazione finale è espressa in trentesimi e viene definita tenendo conto di: - risultati della prova di laboratorio (capacità critica di osservazione del proprio campione e di eseguire un'analisi) e relativa relazione (40 % del punteggio) - il grado di acquisizione della conoscenza degli argomenti trattati (20 % del punteggio) - la capacità di sintesi e correlazione tra i vari argomenti (20 % del punteggio) - la comprensione e la capacità di interpretazione delle conoscenze acquisite (20 % del punteggio).
English	LEARNING OUTCOMES: <i>The course allows the student to apply their knowledge on equilibrium in aqueous solution for the determination of inorganic cations and anions. The aim is also to make students aware of the theoretical foundations imparted in the first year through theoretical lessons and laboratory practice.</i> KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: <i>A good knowledge of general chemistry and chemical equilibria in aqueous solution is required for a good understanding of the course.</i> APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: <i>During the frontal and laboratory activities, students have the opportunity to verify their preparation and understanding of the course topics through a series of numerical and practical exercises based on laboratory experiences in which theoretical principles are applied, explained during frontal lessons.</i> MAKING JUDGEMENTS: <i>During the laboratory experiences, students have the opportunity to independently and critically verify the concepts concerning the systematic analysis of inorganic cations and anions through practical exercises.</i>

	<i>During the course, students have the opportunity to demonstrate the ability to collect and interpret the data collected in order to develop an independent judgment on the experience carried out.</i> COMMUNICATION SKILLS: <i>During the laboratory activities, students have the opportunity to apply their knowledge of chemical equilibria in solution that allow them to understand the conditions that arise for the recognition of inorganic anions and cations in solution. The understanding of their work and the results obtained by them is expressed through a written report relating to the recognition of a sample with an unknown composition.</i> LEARNING SKILLS: <i>The exam consists of a practical laboratory test in which they will have to analyze a solid sample with an unknown composition (containing the cations and anions analyzed in the previous laboratory exercises), which will be followed by the delivery of a report with the results. Then there will be an oral interview aimed at verifying the level of knowledge of the topics covered and assessing the ability to use the knowledge in the description and prediction of the composition of a solid sample containing inorganic compounds.</i> <i>The final evaluation is expressed out of thirty and is defined taking into account:</i> - results of the laboratory test (critical ability to observe one's sample and perform an analysis) and related report (40% of the score) - the degree of acquisition of knowledge of the topics covered (20% of the score) - the ability to synthesize and correlate the various topics (20% of the score) - the understanding and the ability to interpret the acquired knowledge (20% of the score).
--	---

PREREQUISITI

Italiano	Conoscenza delle discipline chimiche di base
<i>English</i>	<i>Knowledge of basic chemical disciplines</i>

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	INTRODUZIONE AL CORSO: SCOPO DELL'ANALISI QUALITATIVA Nozioni preliminari: preparazione del campione per l'analisi, attendibilità dell'analisi, precisione dell'analisi e metodi per determinarla, accuratezza dell'analisi, errori (sistematici e casuali), cifre significative. Introduzione all'analisi chimica qualitativa inorganica. - Norme di sicurezza in un laboratorio chimico e prevenzione dei rischi di laboratorio. - Generalità sulle operazioni di laboratorio. - Aspetti teorici dei processi di dissoluzione e precipitazione. - Idrolisi dei sali: proprietà acido-base di anioni, cationi e sali. - Analisi degli anioni. - Analisi dei cationi (analisi sistematica
-----------------	---



	classica con suddivisione in 5 gruppi analitici). - Guida all'identificazione di sostanze inorganiche incognite). - Analisi di tracce: i saggi limite. Concetti generali con riferimento in particolare ai saggi limite riportati in F.U. - Teoria del colore: relazione tra il colore e le proprietà elettroniche di ioni e molecole. - Cenni sulle implicazioni biochimiche, chimico-farmaceutiche e tossicologiche delle sostanze inorganiche oggetto d'analisi. Esercitazioni di laboratorio ANALISI QUALITATIVA analisi per via secca: saggi alla fiamma (teoria); saggi alle perle; (teoria) saggi di solubilità. ANALISI PER VIA UMIDA Primo gruppo analitico (Pb, Hg, Ag.): cloruri insolubili in acidi: parte sperimentale. Secondo gruppo analitico (Sn, As, Sb, Bi, Cd, Cu) solfuri insolubili in acidi: parte sperimentale. Terzo gruppo analitico (Al, Fe, Cr, Mn): idrossidi insolubili in ambiente alcalino: parte sperimentale. Quarto gruppo analitico (Co, Ni, Zn) solfuri insolubili in alcali: parte sperimentale. Quinto gruppo analitico: carbonati insolubili in alcali. ANALISI DEGLI ANIONI (Cl⁻; Br⁻; I⁻; CrO₄²⁻; SO₄²⁻; CH₃COO⁻; C₂O₄²⁻; CO₃²⁻) Introduzione alla cromatografia, con particolare attenzione all'analisi cromatografica su strato sottile (TLC) Esercitazioni di laboratorio (prove in itinere in laboratorio, a posto singolo) Riconoscimento mediante cromatografia su strato sottile Riconoscimento cationi del I gruppo Riconoscimento cationi del III gruppo Riconoscimento anioni Prova incognita, con riconoscimento di due cationi ed un anione incognito in un campione solido
English	<i>INTRODUCTION TO THE COURSE: PURPOSE OF THE QUALITATIVE ANALYSIS</i>

Preliminary notions: sample preparation for analysis, reliability of the analysis, precision of the analysis and methods to determine it, accuracy of the analysis, errors (systematic and random), significant figures.

Introduction to inorganic qualitative chemical analysis. - Safety regulations in a chemical laboratory and prevention of laboratory risks. - General information on laboratory operations. - Theoretical aspects of the processes of dissolution and precipitation. - Hydrolysis of salts: acid-base properties of anions, cations and salts. - Analysis of anions. - Analysis of cations (classical systematic analysis with subdivision into 5 analytical groups). - Guide to the identification of unknown inorganic substances). - Trace analysis: limit assays. General concepts with particular reference to the limit rates reported in F.U. - Color theory: relationship between color and electronic properties of ions and molecules. - Notes on the biochemical, chemical-pharmaceutical and toxicological implications of the inorganic substances under analysis.

Laboratory exercises

QUALITATIVE ANALYSIS

dry analysis:

flame tests (theory);

pearl essays (theory);

solubility tests.

WET ANALYSIS

First analytical group (Pb, Hg, Ag.): Acid-insoluble chlorides: experimental part.

Second analytical group (Sn, As, Sb, Bi, Cd, Cu) acid-insoluble sulphides: experimental part.

Third analytical group (Al, Fe, Cr, Mn): insoluble hydroxides in an alkaline environment: experimental part.

Fourth analytical group (Co, Ni, Zn) sulphides insoluble in alkali: experimental part.

Fifth analytical group: carbonates insoluble in alkali.

ANALYSIS OF ANIONS (Cl^- ; Br^- ; I^- ; CrO_4^{2-} ; SO_4^{2-} ; CH_3COO^- ; $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$; CO_3^{2-})

Introduction to chromatography, with a focus on thin layer chromatography (TLC) analysis

Laboratory exercises (ongoing laboratory tests, single seat)

Recognition by thin layer chromatography

Recognition of group I cations

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Slides di lezione del docente da integrare con i testi di riferimento di seguito riportati Chimica Analitica Qualitativa, A. Araneo, Casa editrice Ambrosiana Milano Chimica analitica. Analisi quantitativa e qualitativa, Adelaide Crea, Luisa Falchet, Casa editrice Zanichelli
<i>English</i>	<i>Lecture slides by the instructor to be integrated with the reference texts listed below.</i> <i>Qualitative Analytical Chemistry, A. Araneo, Ambrosiana Publishing House, Milan</i> <i>Analytical Chemistry. Quantitative and Qualitative Analysis, Adelaide Crea, Luisa Falchet, Zanichelli Publishing House</i>

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza

☐ A distanza

Italiano	Lezioni frontali offerte contemporaneamente agli studenti in aula e agli studenti in remoto, nelle quali sono presentati e discussi gli argomenti del corso, con esercizi numerici esplicativi. Attività di laboratorio in presenza con esercitazioni pratiche a posto singolo, elaborazione di una relazione, con discussione all'esame. Durante la lezione frontale vengono illustrate i protocolli delle esercitazioni che verranno effettuate in laboratorio; tali lezioni sono precedute da spiegazioni dettagliate di chimica dei composti inorganici, gli equilibri che vengono ad instaurarsi in soluzioni e che vengono utilizzati per lo specifico riconoscimento degli anioni e dei cationi inorganici. Sono effettuate anche delle esercitazioni numeriche a supporto della comprensione della parte teorica.
<i>English</i>	<i>Lectures are offered simultaneously to both in-person and remote students, presenting and discussing course topics with explanatory numerical exercises.</i> <i>Laboratory activities include individual practical exercises, the preparation of a report, and discussion during the exam.</i> <i>Lectures illustrate the protocols for the laboratory exercises; these lessons are preceded by detailed explanations of the chemistry of inorganic compounds, the equilibria established in solutions, and the specific identification of inorganic anions and cations. Numerical exercises are also provided to support understanding of the theoretical part.</i>

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	32 ore di lezioni frontali, 24 ore di laboratorio
-----------------	---

	Il corso è organizzato in lezioni teoriche in aula e in prove pratiche in laboratorio. Per questioni di sicurezza, il laboratorio viene organizzato su più turni nel caso in cui la numerosità degli studenti iscritti al corso sia >30. Gli studenti devono frequentare almeno i $2/3$ del laboratorio per accedere all'esame, che si articolerà in una prova incognita di laboratorio ed una prova orale. Le lezioni vengono svolte alla lavagna e con slides con eventualmente ausilio del proiettore per mostrare grafici, figure, etc. rilevanti per il corso. Tutto il materiale grafico e visivo presentato verrà fornito agli studenti. Le esercitazioni di laboratorio vengono effettuate nel laboratorio didattico di chimica. Ogni studenti lavorerà singolarmente su una propria postazione e con una dotazione a lui dedicata.
English	<i>32 hours of lectures and 24 hours of laboratory</i> <i>The course is organized in theoretical lessons in the classroom and in practical tests in the laboratory. For safety reasons, the laboratory is organized over several shifts in the event that the number of students enrolled in the course is > 30. Students must attend at least $2/3$ of the laboratory to access the exam, which will consist of an unknown laboratory test and an oral test. Lessons are held on the blackboard and with slides with the help of the projector if necessary to show graphics, figures, etc. relevant to the course. All the graphic and visual material presented will be provided to the students. Laboratory exercises are carried out in the didactic chemistry laboratory. Each student will work individually on their own workstation and with a dedicated equipment.</i>

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

Prof.ssa Laura Micheli, Prof.ssa Fabiana Arduini, Prof. Andrea Idili

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	La verifica dell'apprendimento avviene attraverso l'esecuzione della prova incognita in laboratorio e l'esame finale, che accerta l'acquisizione delle conoscenze e delle abilità attese tramite lo svolgimento di un colloquio orale su tutto il programma svolto. Le valutazioni ottenute nella prova incognita e nella prova orale vengono integrate per ottenere il voto finale di esame mediante media ponderata finale e hanno scadenza di validità annuale. Il criterio di valutazione si basa sulla dimostrazione da parte dello studente di saper utilizzare ed applicare le conoscenze, le informazioni e gli strumenti culturali forniti dal corso. L'esame prevede la discussione della relazione delle esperienze di laboratorio svolte, relazione che
----------	---

	deve essere portata e presentata il giorno dell'esame. La soglia di sufficienza dell'apprendimento è rappresentata in particolare dalla dimostrazione della comprensione critica e capacità di discussione degli argomenti del corso. I docenti sono disponibili per chiarimenti ulteriori e per verificare il livello di preparazione pre-esame tramite appuntamento. L'esame viene superato con un voto uguale o superiore a 18/30. Graduazione del voto dell'esame orale: 18-21, lo studente ha acquisito i concetti di base della disciplina e si esprime con un linguaggio sufficientemente corretto ed appropriato. 22-25, lo studente ha acquisito in modo approfondito i concetti di base della disciplina ed è adeguatamente in grado di effettuare i collegamenti tra le varie materie. Presenta linearità nella strutturazione del discorso. Il linguaggio è appropriato e corretto. 26-29, lo studente possiede un bagaglio di conoscenze completo e ben strutturato. È in grado di applicare e rielaborare autonomamente le conoscenze acquisite. Mette in evidenza una ricchezza di riferimenti e capacità logico-analitiche con un linguaggio fluido, appropriato e vario. 30 e 30 e lode, lo studente possiede una base di conoscenze completa e approfondita. È in grado di applicare la conoscenza a casi e problemi complessi ed estenderla a nuove situazioni. I riferimenti culturali sono ricchi e aggiornati. Si esprime con brillantezza e perfetta proprietà di linguaggio.
English	<i>Verification of learning takes place through the execution of the unknown test in the laboratory and the final exam, which ascertains the acquisition of the knowledge and skills expected by carrying out an oral interview on the entire program. The assessments obtained in the unknown test and in the oral test are integrated to obtain the final exam grade by means of a final weighted average and have an expiry date of one year.</i> <i>The evaluation criterion is based on the student's demonstration of knowing how to use and apply the knowledge, information and cultural tools provided by the course. The exam involves the discussion of the report of the laboratory experiences carried out, a report that must be brought and presented on the day of the exam. The threshold of sufficiency of learning is represented in particular by the demonstration of critical understanding and ability to discuss the topics of the course.</i> <i>Teachers are available for further clarification and to verify the level of pre-exam preparation by appointment. The exam is passed with a grade of 18/30 or higher.</i> <i>Grading scale for the oral exam:</i> <i>18-21: The student has acquired the basic concepts of the discipline and expresses themselves using sufficiently correct and appropriate language.</i> <i>22-25: The student has thoroughly acquired the basic concepts of the discipline and is adequately able to make connections between different subjects. Their discourse is well-structured and linear. Language is appropriate and correct.</i>



	<i>26-29: The student possesses a complete and well-structured body of knowledge. They are able to independently apply and re-elaborate the knowledge acquired. They demonstrate a wealth of references and logical-analytical skills, with fluent, appropriate, and varied language.</i> <i>30 and 30 cum laude: The student possesses a complete and in-depth knowledge base. They are able to apply knowledge to complex cases and problems and extend it to new situations. Their cultural references are rich and up-to-date. They express themselves with brilliance and perfect command of language.</i>
--	---