

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

ANALISI CHIMICA QUANTITATIVA - MODULO A

QUANTITATIVE CHEMICAL ANALYSIS - MODULE A

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	CHIMICA APPLICATA
Codice	8068281	Canale	Unico
CFU	4 + 2	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Laura Micheli

CODOCENTE

Luca Fiore

Modulo: Laboratorio / Laboratory

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	L'insegnamento di Analisi Chimica Quantitativa modulo A ha l'obiettivo di illustrare i fondamenti di chimica analitica e le tecniche analitiche convenzionali, concetti e metodi che verranno approfonditi nelle esperienze di laboratorio. Saranno quindi trattati gli aspetti teorici di base e quelli applicativi della chimica analitica per la loro intrinseca importanza e in quanto propedeutici all'insegnamento di Chimica Analitica modulo B con Laboratorio. Il corso si propone di fornire le conoscenze relative agli aspetti teorici delle metodologie classiche dell'analisi chimica per il riconoscimento di sostanze con approccio qualitativo. Al termine del corso, lo studente acquisisce le basi teoriche e pratiche del procedimento analitico classico. In particolare: - acquisisce le nozioni fondamentali di chimica analitica utili all'espletamento ed alla valutazione dei controlli dei medicinali ed alla comprensione degli studi di validazione dei farmaci, anche tramite attività e esperienze laboratoriali e esercitazioni; - raggiungere una visione globale del processo analitico, a partire dalla scelta del metodo di analisi fino all'elaborazione dei risultati, e delle tipologie di metodiche classiche e strumentali di analisi, comunicando in modo chiaro e privo di ambiguità le loro conclusioni, nonché le conoscenze e la ratio ad esse sottese, a interlocutori specialisti e non specialisti; - possiede gli strumenti per poter valutare criticamente sia i risultati sperimentali ottenuti che quelli riportati negli studi di applicazione dei farmaci e nel controllo di qualità dei medicinali e prodotti per la salute; - possiede le conoscenze necessarie per affrontare i corsi di laboratorio successivi,
----------	---



Inoltre, l'insegnamento permette allo studente dovrà 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 richiesto 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 esercitazione 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 Quantitative Chemical Analysis (Module A) course aims to introduce the fundamentals of analytical chemistry and conventional analytical techniques—concepts and methods that will be explored in greater depth through laboratory experiments.</i> <i>Both the theoretical foundations and practical applications of analytical chemistry will be covered, given their intrinsic importance and their role as a prerequisite for the Analytical Chemistry (Module B with Laboratory) course.</i> <i>The course aims to provide knowledge regarding the theoretical aspects of classical chemical analysis methodologies used for the qualitative identification of substances.</i> <i>By the end of the course, students will have acquired the theoretical and practical foundations of the classical analytical process.</i> <i>At the end of the course the student:</i> - <i>acquires the fundamental notions of analytical chemistry useful for carrying out and evaluating drug controls and understanding drug validation studies, also through laboratory and practical activities and experiences;</i> - <i>reach a global vision of the analytical process, starting from the choice of the analysis method to the processing of the results, and of the types of classical and instrumental methods of analysis, communicating their conclusions and knowledge in a clear and unambiguous way and the underlying rationale, to specialist and non-specialist interlocutors;</i> - <i>possess the tools to be able to critically evaluate both the experimental results obtained and those reported in drug application studies and in the quality control of medicines and health products;</i> - <i>possess the necessary knowledge to face subsequent laboratory courses,</i> <i>In addition, 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> <i>- results of the laboratory test (critical ability to observe one's sample and perform an analysis) and related report (40% of the score)</i> <i>- the degree of acquisition of knowledge of the topics covered (20% of the score)</i> <i>- the ability to synthesize and correlate the various topics (20% of the score)</i> <i>- the understanding and the ability to interpret the acquired knowledge (20% of the score).</i>
--	---

PREREQUISITI

Italiano	Conoscenze delle materie fondamentali delle lauree triennali in Chimica e Fisica, in particolare di Fisica, Matematica, Chimica Generale e Chimica-Fisica.
English	<i>Knowledge of Physics, Mathematics (Calculus), General Chemistry and Physical Chemistry. The requested knowledge is at the level of 3-year university degrees in Chemistry and Physics.</i>

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	INTRODUZIONE AL CORSO: nozioni di chimica analitica degli equilibri e del riconoscimento qualitativo di anioni e cationi 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. Equilibri chimici in soluzione acquosa, coppie coniugate acido - base, soluzioni tampone, reazione di neutralizzazione, sali e loro precipitazioni, equilibri di complessazione, competizione fra equilibri in soluzione Introduzione alla cromatografia. 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. Esercitazione numeriche sulla parte teorica Esercitazioni di laboratorio (prove in itinere in laboratorio, a posto singolo) ANALISI PER VIA UMIDA Primo gruppo analitico (Pb, Hg, Ag.): cloruri 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. 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	INTRODUCTION TO THE COURSE <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.</i> <i>Chemical equilibria in aqueous solution, acid-base conjugate pairs, buffer solutions, neutralization reaction, salts and their precipitations, complexation equilibria, competition between equilibria in solution</i> <i>Introduction to chromatography.</i> <i>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.</i> <i>Laboratory exercises (ongoing laboratory tests, single seat)</i> WET ANALYSIS <i>First analytical group (Pb, Hg, Ag.): Acid-insoluble chlorides: experimental part.</i> <i>Second analytical group (Sn, As, Sb, Bi, Cd, Cu) acid-insoluble sulphides: experimental part.</i> <i>Third analytical group (Al, Fe, Cr, Mn): insoluble hydroxides in an alkaline environment: experimental part.</i> <i>Fourth analytical group (Co, Ni, Zn) sulphides insoluble in alkali: experimental part.</i> <i>Fifth analytical group: carbonates insoluble in alkali.</i> ANALYSIS OF ANIONS (Cl⁻; Br⁻; I⁻; CrO₄²⁻; SO₄²⁻; CH₃COO⁻; C₂O₄²⁻; CO₃²⁻) <i>Introduction to chromatography, with a focus on thin layer chromatography (TLC) analysis</i> <i>Unknown test, with recognition of two cations and one unknown anion in a solid sample</i>

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Materiale didattico forniti dai docenti come file pdf scaricabili da Didattica Web 2
----------	--

	Materiale didattico fornito dai docenti come file pdf scaricabili da Didattica Web 2. Bibliografia di riferimento: • D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler – <i>Fondamenti di Chimica Analitica</i> • Harris – <i>Chimica Analitica</i> • Materiale integrativo fornito durante il corso -----
English	<i>The teachers supply pdf files the students can download from "Didattica Web 2" website</i> <i>Reference Bibliography:</i> ☐ Skoog, West, Holler – <i>Fundamentals of Analytical Chemistry</i> ☐ Harris – <i>Quantitative Chemical Analysis</i>

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Lezioni frontali in aula, integrate da esperienze di laboratorio. Agli studenti verranno forniti articoli tratti dalla letteratura scientifica, che saranno discussi collegialmente durante le lezioni in aula.
English	<i>Classroom lessons, integrated with laboratory experiences.</i> <i>Students will be provided with articles taken from scientific literature, which will be discussed collectively during classroom lessons.</i>

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☐ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	Lezioni in aula e esercitazioni in laboratori di ricerca.
English	<i>Class lectures and training in research labs.</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

Laura Micheli
Luca Fiore
Fabiana Arduini

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	La parte del corso svolta in lezioni frontali si propone di fornire agli studenti i mezzi concettuali elementari per comprendere il significato delle più comuni operazioni dell'analisi chimica qualitativa condotta con metodi "classici", prevederne e valutarne i risultati mediante l'applicazione dei principi che regolano gli equilibri chimici in soluzione. La parte del corso svolta in laboratorio si propone di fornire la conoscenza delle più elementari operazioni di laboratorio e sviluppare la capacità di applicare i concetti appresi mediante operazioni e procedimenti sperimentali. Descrittore di Dublino 1: al termine del corso lo studente ha ricevuto le conoscenze di base, sia teoriche sia pratiche, per comprendere il significato delle più comuni operazioni dell'analisi chimica qualitativa condotta con metodi "classici", che sfruttano equilibri in soluzione e in fase eterogenea. Descrittore di Dublino 2: al termine del corso, teorico e di laboratorio, lo studente ha acquisito la capacità di comprendere, e trattare praticamente, fenomeni relativi ai principali equilibri chimici (equilibri di ossidoriduzione, complessazione, precipitazione); inoltre, lo studente ha acquisito la capacità di applicare le conoscenze e la comprensione dei fenomeni relativi alla solubilizzazione e precipitazione di sostanze al riconoscimento qualitativo e alla trasformazione delle specie chimiche. Descrittore di Dublino 3: al termine del corso lo studente ha sviluppato la capacità di valutazione critica della congruità dei dati ottenuti da un esercizio numerico o dal risultato di un esperimento in laboratorio. Tale capacità viene sviluppata nell'ambito di esempi didattici, prove di laboratorio e redazione delle corrispondenti relazioni scritte. Descrittore di Dublino 4: al termine del corso lo studente ha sviluppato la capacità di comunicare, mediante report scritto o relazione orale, le conoscenze acquisite ed i dati sperimentali ottenuti, argomentando in sequenza logica gli eventi e sviluppando capacità di sintesi. Descrittore di Dublino 5: al termine del corso lo studente ha sviluppato gli strumenti atti a stimolare approfondimenti e collegamenti tra contenuti diversi. L'esame consiste in un colloquio orale volto a verificare il livello di conoscenza degli argomenti trattati. La discussione inizia con una domanda su argomenti svolti a lezione i. In seguito vengono proposte altre due domande su ulteriori argomenti svolti.
----------	---

	Per superare l'esame occorre riportare un voto non inferiore a 18/30; più in particolare, la votazione è così determinata: 18-21, se lo studente ha acquisito i concetti di base della disciplina, modo di esprimersi e linguaggio sufficientemente corretti e appropriati; 22-25, se lo studente ha acquisito in maniera approfondita i concetti di base della disciplina, ed è adeguatamente in grado di effettuare i collegamenti fra i vari argomenti che esprime con linguaggio appropriato e corretto; 26-29, qualora lo studente dimostri di possedere un bagaglio di conoscenze completo e ben organizzato, essendo in grado sia di applicare e rielaborare in maniera autonoma, senza alcun errore, le conoscenze acquisite, sia di evidenziare capacità logico-analitiche con un linguaggio, anche matematico, appropriato e rigoroso; 30 e 30 e lode, se lo studente possiede un bagaglio di conoscenze approfondito che sa applicare anche a casi e problemi complessi, nonché a situazioni nuove, esprimendosi con brillantezza e perfetta proprietà di linguaggio oltre a padroneggiare gli strumenti matematici a fondamento della disciplina.
English	<i>The lecture-based component of the course aims to provide students with the fundamental conceptual tools to understand the significance of common qualitative chemical analysis operations performed using "classical" methods, and to predict and evaluate their results by applying the principles governing chemical equilibria in solution. The laboratory component aims to provide knowledge of basic laboratory operations and to develop the ability to apply learned concepts through experimental procedures.</i> <i>Dublin Descriptor 1: By the end of the course, the student will have acquired the basic theoretical and practical knowledge to understand the significance of common qualitative chemical analysis operations performed using "classical" methods, which utilize equilibria in solution and in heterogeneous phases.</i> <i>Dublin Descriptor 2: By the end of the course (comprising both theory and laboratory work), the student will have acquired the ability to understand and practically address phenomena related to key chemical equilibria (redox, complexation, and precipitation equilibria). Furthermore, the student will be able to apply their knowledge and understanding of phenomena related to substance solubilization and precipitation to the qualitative identification and transformation of chemical species.</i> <i>Dublin Descriptor 3: By the end of the course, the student will have developed the ability to critically evaluate the validity of data obtained from numerical exercises or laboratory experiments. This skill is fostered through educational examples, laboratory tests, and the preparation of corresponding written reports.</i> <i>Dublin Descriptor 4: By the end of the course, the student will have developed the ability to communicate acquired knowledge and experimental data—via written reports or oral</i>

presentations—by presenting events in a logical sequence and demonstrating synthesis skills.

Dublin Descriptor 5: By the end of the course, the student will have developed the tools to encourage further study and establish connections between different topics.

The exam consists of an oral interview aimed at verifying the level of knowledge of the topics covered in class.

The discussion begins with a question on topics discussed in class. Two more questions are then proposed on further topics.

To pass the exam, a grade of not less than 18/30 must be obtained; more specifically, the vote is determined as follows:

18-21, if the student has acquired the basic concepts of the discipline, with sufficiently correct and appropriate language;

22-25, if the student has acquired the basic concepts of the discipline in depth, and is adequately able both to make connections between the various topics and to explain concepts with appropriate and correct language;

26-29, if the student has a complete and well-organized background of knowledge, being able both to apply and re-elaborate independently, without any error, the acquired knowledge, and to highlight logical-analytical skills with an appropriate and rigorous mathematical language;

30 and 30 cum laude, if the student has a complete and in-depth knowledge that can be applied to complex cases and new situations as well; the student must explain the topics brilliantly with perfect language properties, as well as mastering the mathematical tools at the basis of the discipline.