

**CORSO DI STUDIO:** *L-2 Biotecnologie Industriali per lo Sviluppo Sostenibile (BISS),  
Curriculum Bio - Industriale*

**ANNO ACCADEMICO:** *2024-2025*

**DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO:** *Chimica Analitica 8 CFU*

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	2° anno
Periodo di erogazione	1° semestre (07-10-2024/24-01-2025)
Crediti formativi universitari (CFU/ETCS):	8 CFU
SSD	CHIM/01 – Chimica Analitica
Lingua di erogazione	Italiano
Modalità di frequenza	Raccomandata

Docente	
Nome e cognome	Tommaso Cataldi
Indirizzo mail	<a href="mailto:tommaso.cataldi@uniba.it">tommaso.cataldi@uniba.it</a>
Telefono	0805442015
Sede	Dipartimento di Chimica (UNIBA) – stanza n. 14 (piano rialzato)
Sede virtuale	ij73qqs
Ricevimento	Lunedì-mercoledì-venerdì in presenza o per via telematica previo appuntamento con orario da concordare per posta elettronica

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio)	Studio individuale
200	56	12	132
CFU/ETCS			
8	7	1	

<b>Obiettivi formativi</b>	<p>Gli obiettivi formativi del corso sono di fornire gli approcci metodologici per la trattazione sistematica degli equilibri chimici in soluzione: acido-base, formazione dei complessi, precipitazione e redox. Il corso si propone inoltre di dare le basi teoriche e metodologiche per affrontare i problemi dell'analisi chimica quali- e quantitativa classica e strumentale. Particolare attenzione verrà data all'analisi dei dati sperimentali ed errore associato ai metodi volumetrici, potenziometrici, spettrofotometrici e cromatografici. Pertanto, il corso si propone di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• far acquisire i principi e le basi della chimica analitica attraverso lo studio degli equilibri in soluzione e di applicare queste conoscenze per risolvere problemi scientifici e tecnologici;</li> <li>• studiare il comportamento delle sostanze in soluzione;</li> <li>• essere in grado di identificare e quantificare le sostanze presenti in un campione dallo studio delle proprietà chimico-fisiche;</li> <li>• utilizzare le tecniche analitiche per risolvere problemi scientifici e tecnologici;</li> <li>• essere in grado di utilizzare la strumentazione analitica per l'identificazione e quantificazione di sostanze presenti in campioni reali.</li> </ul> <p>Al termine del corso, lo studente dovrebbe essere in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• prevedere il comportamento delle sostanze in soluzione</li> <li>• descrivere i diversi metodi analitici, sia classici che strumentali;</li> <li>• scegliere il metodo analitico più appropriato per un determinato problema;</li> <li>• eseguire un'analisi chimica, sia qualitativa che quantitativa;</li> <li>• interpretare i risultati di un'analisi chimica.</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	<p>Aver superato gli esami di <i>Chimica Generale ed Inorganica</i> e <i>Chimica Organica</i>. Fortemente consigliata la conoscenza dei concetti fondamentali di <i>Matematica ed elementi di statistica</i> e <i>Fisica Applicata</i>.</p>

<p><b>Metodi didattici</b></p>	<p>Le lezioni frontali sono importanti per fornire agli studenti le basi teoriche della chimica analitica. Per rendere le lezioni più coinvolgenti, si utilizza un approccio integrato che combina lezioni frontali, laboratorio e attività di apprendimento attivo. Questo approccio consente agli studenti di acquisire le conoscenze teoriche, le competenze pratiche e le capacità di pensiero critico necessarie per rendere l'apprendimento più interessante e stimolante. Il laboratorio è importante per consentire agli studenti di mettere in pratica le conoscenze teoriche; gli studenti possono eseguire una varietà di esperimenti, sia qualitativi che quantitativi, per identificare e quantificare le sostanze presenti in un campione.</p>
<p><b>Risultati di apprendimento previsti</b></p> <p><i>Da indicare per ciascun Descrittore di Dublino (DD=</i></p> <p><b>DD1</b> Conoscenza e capacità di comprensione</p> <p><b>DD2</b> Conoscenza e capacità di comprensione applicate</p> <p><b>DD3-5</b> Competenze trasversali</p>	<p><b>Descrittore di Dublino 1: conoscenza e capacità di comprensione</b> Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà essere in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrivere i principi e le basi della chimica analitica.</li> <li>• Identificare e quantificare le sostanze presenti in un campione.</li> <li>• Utilizzare le tecniche analitiche per risolvere problemi scientifici e tecnologici.</li> <li>• Applicare le conoscenze analitiche in diversi campi, come la medicina, l'ambiente, l'industria e la ricerca.</li> <li>• Sviluppare le capacità di comunicazione scientifica e di lavoro di squadra.</li> <li>• Essere in grado di utilizzare la strumentazione analitica.</li> </ul> <p><b>Descrittore di Dublino 2: capacità di applicare conoscenza e comprensione</b> Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà essere in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definire la chimica analitica e i suoi obiettivi.</li> <li>• Descrivere i diversi metodi analitici, sia classici che strumentali.</li> <li>• Scegliere il metodo analitico più appropriato per un determinato problema.</li> <li>• Eseguire un'analisi chimica, sia qualitativa che quantitativa.</li> <li>• Interpretare i risultati di un'analisi chimica.</li> <li>• Scrivere un rapporto scientifico sull'analisi chimica di un campione.</li> </ul> <p><b>- Descrittore di Dublino 3-5: capacità critiche e di giudizio</b> Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà essere in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sviluppare e utilizzare conoscenze e abilità per risolvere problemi scientifici e tecnologici.</li> <li>• Applicare le conoscenze e le abilità analitiche per stabilire la presenza di metaboliti primari e secondari in campioni di esseri viventi animali e vegetali.</li> <li>• Comunicare le proprie conoscenze e abilità in modo efficace a un pubblico sia specialistico che non specialistico.</li> <li>• Lavorare in modo efficace in un gruppo e con altri professionisti.</li> <li>• Sviluppare capacità di apprendimento continuo e di adattamento al cambiamento.</li> </ul>

<p><b>Contenuti di insegnamento (Programma)</b></p>	<p>Parte I. Introduzione alla chimica analitica. Il processo chimico-analitico. Misura della massa. Misura del volume. Gli appunti di laboratorio. Sicurezza in laboratorio. Unità di misura. Come riportare i risultati dei calcoli chimici. Gli errori in Chimica Analitica: media, mediana, accuratezza e precisione; errore casuale e sistematico; propagazione degli errori. Valutazione del dato analitico: distribuzione <math>t</math> di <i>Student</i>; intervalli di fiducia; test <math>t</math>; test <math>F</math>. Calibrazione. Il metodo di minimi quadrati. L'uso di fogli di calcolo elettronico in chimica analitica.</p> <p>Parte II. Equilibri acido-base. Trattamento sistematico dell'equilibrio: bilancio di carica e bilancio di massa. Equilibri acido-base: acidi e basi forti e deboli. Grado di dissociazione e funzione di distribuzione (<math>\alpha = f[\text{pH}]</math>). Soluzioni tampone: equazione di Henderson-Hasselbalch. Approssimazioni nel calcolo del pH. Capacità tamponante. Sistemi poliprotici, amminoacidi. Titolazioni acido base: acido forte-base forte, acido debole base forte, indicatori acido- base. Titolazioni di neutralizzazione: curva di titolazione. Metodi di analisi basati sulla titolazione: aspetti generali, volume equivalente, volume finale, errore di titolazione, standard primario e secondario.</p> <p>Parte III. Equilibri di precipitazione. Fattori che influenzano la solubilità degli elettroliti. Coefficienti di attività. Prodotto di solubilità. Fattori che influenzano il prodotto di solubilità. Effetto dello ione a comune. Precipitazione quantitativa. Effetto del pH sulla solubilità. Formazione dei complessi ed equilibri di complessazione. Titolazione con EDTA e curve di titolazione. Indicatori. Equilibri di ossidoriduzione. Reazioni di ossido-riduzione in celle elettrochimiche. Potenziali elettrodi. Potenziale standard (<math>E^\circ</math>). Esempi di calcolo di <math>K_{eq}</math> dagli <math>E^\circ</math>. Effetto della concentrazione: Equazione di Nernst. Il potenziale formale, calcolo del potenziale formale. Titolazioni redox; indicatori redox.</p> <p>Parte IV. Tecniche strumentali di analisi. Determinazione delle concentrazioni; misure strumentali e calibrazioni. Elaborazione e valutazione dei risultati. Principali parametri di qualità di un metodo analitico.</p> <p>Parte V. Metodi Elettrochimici. Principi generali di potenziometria. Potenziale di giunzione liquida. Elettrodi indicatori, elettrodi di riferimento. Potenziale di membrana ed elettrodi a membrana. Equazione di Nikolski-Eisenman; selettività. Elettrodi ione-selettivi. Elettrodo per la misura del pH. Piaccmetro. Parte VI. Metodi Spettroscopici. Proprietà della radiazione elettromagnetica, spettro elettromagnetico, assorbimento, emissione e fluorescenza di una radiazione elettromagnetica. Spettrofotometria molecolare di assorbimento nel visibile e nell'ultravioletto: trasmittanza e assorbanza. Legge di Lambert- Beer e sue limitazioni. Strumentazione: sorgenti, portacampioni, selettori di lunghezze d'onda, rivelatori. Spettrofotometri a singolo e doppio raggio. Fluorescenza e fosforescenza molecolare. Processi di rilassamento. Resa quantica di fluorescenza. Spettrofluorimetro.</p> <p>Parte VII. Metodiche separative. Principi generali delle separazioni cromatografiche; cromatogramma; grandezze, equazioni e parametri fondamentali. Classificazione dei metodi cromatografici. Parametri che caratterizzano il picco cromatografico. Analisi quali- e quantitativa. Tempo di ritenzione, fattore di ritenzione, selettività, efficienza, risoluzione. Fattori che determinano allargamento del picco: equazione di Van Deemter. Ottimizzazione delle condizioni di analisi di miscele complesse: eluizione isocratica o a gradiente in cromatografia liquida. Gascromatografia: principi e strumentazione. Modalità di iniezione. Tipi di colonne e di fasi stazionarie. Rivelatori. Applicazioni analitiche. Cromatografia liquida ad alte prestazioni: principi e strumentazione. Meccanismi: adsorbimento, ripartizione (fase diretta e fase inversa), scambio ionico, esclusione</p>
---	---

	<p>dimensionale. Tipi di colonne e di fasi stazionarie. Scelta della fase mobile. Sistema HPLC, caratteristiche principali, schema a blocchi, pompe HPLC, sistemi di iniezione, colonne cromatografiche, rivelatori. Il rivelatore a spettrometria di massa. Applicazioni analitiche.</p> <p>Esercitazioni numeriche sugli argomenti trattati nel corso. Il laboratorio didattico si compone di alcune esercitazioni pratiche: titolazioni acido-base, titolazioni potenziometriche, analisi spettrofotometriche, analisi cromatografiche.</p>
<b>Testi di riferimento</b>	<p>D.C. Harris, Chimica analitica quantitativa, terza edizione italiana, 2017, Zanichelli (Bologna)</p> <p>D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch. Fondamenti di chimica analitica. 2<sup>a</sup> edizione, 2005, Edises, Napoli</p>
<b>Note ai testi di riferimento</b>	<p>Oltre agli appunti presi in aula, il corso sarà corredato dalle slide in PDF delle lezioni.</p>
<b>Materiali didattici</b>	<p>Il corso verrà erogato mediante didattica frontale con l'uso slides in PowerPoint. Particolarmente importante è la presenza assidua alle esercitazioni di laboratorio e alle esercitazioni riguardanti la risoluzione degli equilibri chimici nonché alla valutazione dell'errore sperimentale.</p>

<b>Valutazione</b>	
<b>Modalità di verifica</b>	<p>È prevista la verifica dell'apprendimento alla fine del corso mediante colloquio orale sugli argomenti trattati e valutazione delle relazioni di laboratorio. Verranno formulate domande per stabilire la capacità di risolvere un problema di calcolo degli equilibri chimici in soluzione: acido-base, formazione dei complessi, precipitazione, e redox. La verifica riguarderà la capacità di utilizzare metodi di calcolo semplificati per la risoluzione di equilibri chimici in soluzione.</p> <p>Verrà richiesto altresì di sviluppare un'analisi di contesto delle tecniche di analisi introdotte nel corso con comprensione delle basi teoriche dei metodi di analisi quali/quantitativi con particolare riguardo ai metodi volumetrici, potenziometrici, spettrofotometrici e cromatografici.</p> <p>La durata dell'esame è di circa 1 ora. La commissione verificherà il raggiungimento degli obiettivi formativi dell'insegnamento. Quando questi non sono raggiunti, lo studente è invitato ad approfondire lo studio e ad avvalersi di ulteriori spiegazioni da parte del docente titolare.</p> <p>Non sono previste prove intermedie ma su richiesta motivata da un congruo numero di studenti è possibile somministrare un elaborato scritto sulla parte svolta del programma. È consentito l'uso della tavola periodica degli elementi e di una calcolatrice. I risultati della prova scritta parziale saranno comunicati direttamente agli studenti e si terrà conto dell'esito durante la prova orale finale.</p>

<p>Criteria di valutazione</p>	<p>I criteri di valutazione sono basati sulla</p> <p><i>Conoscenza e capacità di comprensione:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La prova finale si propone di valutare, mediante votazione in trentesimi l'acquisizione da parte dello studente di familiarità e padronanza con i principi della chimica analitica, attraverso la conoscenza dei fondamenti degli equilibri chimici.</li> <li>• La prova finale si propone di valutare la conoscenza delle basi teoriche dei classici metodi volumetrici di analisi, dei metodi potenziometrici, spettrofotometrici e cromatografici.</li> </ul> <p><i>Conoscenza e capacità di comprensione applicate:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lo studente deve essere in grado di calcolare le concentrazioni di specie coinvolte in equilibri chimici e di discutere dei classici metodi volumetrici di analisi, dei fenomeni di interazione luce/materia e di spiegare i fenomeni alla base del processo cromatografico.</li> </ul> <p><i>Autonomia di giudizio:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lo studente deve essere in grado di individuare gli aspetti centrali dei problemi proposti e di ricondurli ai concetti fondamentali acquisiti proponendo soluzioni coerenti. L'acquisizione dell'autonomia di giudizio verrà verificata mediante la valutazione degli argomenti oggetto dell'insegnamento.</li> <li>• Lo studente deve essere in grado di risolvere, soprattutto ricorrendo ad adeguate approssimazioni, problemi che coinvolgano gli equilibri chimici.</li> <li>• Lo studente deve essere in grado di interpretare le curve di titolazione, gli spettri UV-vis di assorbimento, emissione e fluorescenza, e le separazioni cromatografiche.</li> </ul> <p><i>Abilità comunicative:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lo studente grazie alle adeguate competenze e strumenti di comunicazione scritta e orale dovrà analizzare, proporre e discutere criticamente con linguaggio scientifico appropriato e con rigore di argomentazioni, un contraddittorio sulla risoluzione di un problema di analisi quali/quantitativa.</li> </ul> <p><i>Capacità di apprendere:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lo studente dovrà acquisire sufficiente capacità di apprendimento e approfondimento delle principali tematiche della chimica analitica tramite la consultazione di materiale bibliografico in forma cartacea e/o elettronica.</li> <li>• La capacità di apprendimento è verificata mediante analisi delle conoscenze delle tematiche oggetto dell'insegnamento attraverso la prova orale d'esame.</li> <li>• Lo studente dovrà acquisire sufficiente capacità di trasferire le conoscenze di base acquisite a nuove problematiche applicative anche a carattere interdisciplinare.</li> </ul>
<p>Criteria di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale</p>	<p>Il voto finale è attribuito in trentesimi. La valutazione finale verrà formulata mediante colloquio nel quale verrà valutato il livello di comprensione e capacità risolutiva degli equilibri in fase acquosa e i principi base dei metodi di analisi strumentale comprendente la potenziometria, la spettrofotometria UV-vis, la fluorescenza, la gas-cromatografia e la cromatografia liquida. La prova orale potrà comprendere la richiesta di spiegazioni teoriche alla base degli equilibri chimici, svolti alla lavagna o su carta. La prova orale si propone di valutare la capacità generale di analisi e interpretazione critica degli argomenti oggetto della chimica analitica e la padronanza della materia. L'esame si ritiene superato con una votazione minima di diciotto/trentesimi. Per conseguire una valutazione elevata lo/la studente/studentessa deve avere sviluppato autonomia di giudizio e adeguata capacità di argomentazione ed esposizione. La lode verrà assegnata quando l'esame risulterà eccellente. Le date delle prove scritte saranno disponibili su Esse 3 come anche i risultati. In funzione della numerosità degli studenti, la prova orale si terrà in più turni a partire dalla data indicata su Esse3.</p>

---

Altro

## SCHEDA DI INSEGNAMENTO IN LINGUA INGLESE

### COURSE OF STUDY L-2 Industrial Biotechnologies for Sustainable Development, Curriculum Bio – Industrial

#### ACADEMIC YEAR 2023-2024

#### ACADEMIC SUBJECT Analytical Chemistry

General information	
Year of the course	II
Academic calendar (starting and ending date)	Starting 07-10-2024 Ending 24-01-2025
Credits (CFU/ETCS):	8
SSD	Analytical Chemistry (CHIM/01)
Language	Italian
Mode of attendance	Recommended

Professor/ Lecturer	
Name and Surname	Tommaso Cataldi
E-mail	<a href="mailto:tommaso.cataldi@uniba.it">tommaso.cataldi@uniba.it</a>
Telephone	0805442015
Department and address	Department of Chemistry -via Orabona,4-70126 Bari
Virtual room	ij73qqs
Office Hours (and modalities: e.g., by appointment, online, etc.)	Monday-Wednesday-Friday in presence or via Teams by appointment agreed by e-mail.

Work schedule			
Hours			
Total	Lectures	Hands-on (laboratory, workshops, working groups, seminars, field trips)	Out-of-class study hours/ Self-study hours
200	56	12	132
CFU/ETCS			
8	7	1	

<b>Learning Objectives</b>	<p>The course aims to provide the fundamental concepts for understanding the systematic treatment of chemical equilibria in solutions such as acid-base, complex formation, precipitation, and redox. The course aims to make the student acquire:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Understanding the theoretical and methodological bases to face the problems of classical and instrumental qualitative and quantitative chemical analysis.</li> <li>Particular attention will be given to the analysis of experimental data and errors associated with analytical methods including titrimetry, potentiometry, spectrophotometry and chromatography.</li> </ul>
<b>Course prerequisites</b>	Basic knowledges of General Chemistry, Mathematics, Physics, and Organic Chemistry

<b>Teaching strategie</b>	Frontal lectures are important to provide students with the theoretical foundations of analytical chemistry. To make the lessons more engaging, an integrated approach is used, combining frontal lectures, laboratory work, and active learning activities. This approach allows students to acquire theoretical knowledge, practical skills, and critical thinking abilities, making the learning process more interesting and stimulating. The laboratory is essential to allow students to put the theoretical knowledge into practice; they can perform a variety of experiments, both qualitative and quantitative, to identify and quantify substances present in a sample.
<b>Expected learning outcomes in terms of</b>	
<b>Knowledge and understanding on:</b>	<p>At the end of the course, the student should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• predict the behaviour of substances in solution.</li> <li>• describe various analytical methods, both classical and instrumental.</li> <li>• select the most appropriate analytical method for a given problem.</li> <li>• perform both qualitative and quantitative a chemical analysis.</li> <li>• interpret the results of a chemical analysis.</li> </ul>
<b>Applying knowledge and understanding on:</b>	<p>At the end of the course, the student should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describe the principles and fundamentals of analytical chemistry.</li> <li>• Identify and quantify substances present in a sample.</li> <li>• Use analytical techniques to solve scientific and technological problems.</li> <li>• Apply analytical knowledge in various fields, such as medicine, the environment, industry, and research.</li> <li>• Develop scientific communication and teamwork skills.</li> <li>• Be able to use analytical instrumentation.</li> </ul>
<b>Soft skills</b>	<p>At the end of the course the student must be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• calculate the concentrations of species involved in chemical equilibria and</li> <li>• discuss classical volumetric methods of analysis, light/matter interaction phenomena, and explain the principles underlying the chromatographic process.</li> <li>• The final examination aims to assess the knowledge of the theoretical foundations of classical volumetric methods of analysis, potentiometric, spectrophotometric, and chromatographic methods.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Communicating knowledge and understanding</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ The final exam aims to evaluate the student's acquisition of familiarity and mastery with the principles of analytical chemistry, through the knowledge of the fundamentals of chemical equilibria and instrumental analysis.</li> </ul> </li> <li>• <i>Capacities to continue learning</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ The student must be able to identify the central aspects of the proposed problems and relate them to the acquired fundamental concepts, proposing coherent solutions. The development of independent judgment will be assessed through the evaluation of the subjects taught.</li> <li>○ The student must be able to solve problems involving chemical equilibria, especially by using appropriate approximations.</li> <li>○ The student must be able to interpret titration curves, UV-Vis absorption, emission, and fluorescence spectra, as well as chromatographic separations, with a particular emphasis on applying suitable approximations.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Syllabus</b>	
<b>Content knowledge</b>	<p>Part I. Introduction to Analytical Chemistry. The chemical-analytical process. Measurement of mass. Measurement of volume. Laboratory notes. Laboratory safety. Units of measurement. Reporting results of chemical calculations. Errors in Analytical Chemistry: mean, median, accuracy, and precision; random and systematic errors; error propagation. Evaluation of analytical data: Student's t-distribution; confidence intervals; t-test; F-test. Calibration. The method of least squares. The use of electronic spreadsheets in analytical chemistry.</p> <p>Part II. Acid-Base Equilibria. Systematic treatment of equilibrium: charge balance and mass balance. Acid-base equilibria: strong and weak acids and bases. Degree of dissociation and distribution function (<math>\alpha = f[\text{pH}]</math>). Buffer solutions: Henderson-Hasselbalch equation. Approximations in pH calculation. Buffering capacity. Polyprotic systems, amino acids. Acid-base titrations: strong acid-strong base, weak acid-strong base, acid-base indicators. Neutralization titrations: titration curve. Analysis methods based on titration: general aspects, equivalence volume, final volume, titration error, primary and secondary standards.</p> <p>Part III. Precipitation Equilibria. Factors influencing the solubility of electrolytes. Activity coefficients. Solubility product. Factors influencing the solubility product. Common ion effect. Quantitative precipitation. Effect of pH on solubility. Formation of complexes and complexation equilibria. Titration with EDTA and titration curves. Indicators. Oxidation-Reduction Equilibria. Oxidation-reduction reactions in electrochemical cells. Electrode potentials. Standard potential (<math>E^\circ</math>). Calculation of <math>K_{eq}</math> from <math>E^\circ</math>. Effect of concentration: Nernst equation. Formal potential, calculation of formal potential. Redox titrations; redox indicators.</p> <p>Part IV. Instrumental Techniques of Analysis. Determination of concentrations; instrumental measurements and calibrations. Processing and evaluation of results. Major parameters of analytical method quality.</p> <p>Part V. Electrochemical Methods. Potentiometry: general principles. Liquid junction potential. Indicator electrodes, reference electrodes. Membrane potential and membrane electrodes. Nikolski-Eisenman equation; selectivity. Ion-selective electrodes. pH measurement electrode. Potentiometric titration.</p> <p>Part VI. Spectroscopic Methods. Properties of electromagnetic radiation, electromagnetic spectrum, absorption, emission, and fluorescence of electromagnetic radiation. Molecular absorption spectrophotometry in the visible</p>

	<p>and ultraviolet: transmittance and absorbance. Lambert-Beer law and its limitations. Instrumentation: sources, sample holders, wavelength selectors, detectors. Single-beam and double-beam spectrophotometers. Molecular fluorescence and phosphorescence. Relaxation processes. Fluorescence quantum yield. Spectrofluorimeter.</p> <p>Part VII. Separative Techniques. General principles of chromatographic separations; chromatogram; fundamental parameters, equations, and parameters. Classification of chromatographic methods. Parameters characterizing the chromatographic peak. Qualitative and quantitative analysis. Retention time, retention factor, selectivity, efficiency, resolution. Factors influencing peak broadening: Van Deemter equation. Optimization of analysis conditions for complex mixtures: isocratic or gradient elution in liquid chromatography. Gas chromatography: principles and instrumentation. Injection methods. Types of columns and stationary phases. Detectors. Analytical applications. High-Performance Liquid Chromatography (HPLC): principles and instrumentation. Mechanisms: adsorption, partitioning (normal phase and reverse phase), ion exchange, size exclusion. Types of columns and stationary phases. Choice of mobile phase. HPLC system, main characteristics, block diagram, HPLC pumps, injection systems, chromatographic columns, detectors. Mass spectrometry detector. Analytical applications.</p> <p>Numerical exercises on the topics covered in the course. The laboratory consists of some practical experiments such as acid-base titrations, potentiometric titrations, spectrophotometric analysis, chromatographic analysis.</p>
<b>Texts and readings</b>	<p>D.C. Harris, Chimica analitica quantitativa, terza edizione italiana, 2017, Zanichelli (Bologna)</p> <p>D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch. Fondamenti di chimica analitica. 2<sup>a</sup> edizione, 2005, Edises, Napoli</p>
<b>Notes, additional materials</b>	In addition to the classroom notes, the course will be accompanied by the PDF slides of the lessons.
<b>Repository</b>	The course will be delivered through frontal teaching with the use of PowerPoint™ slides. Particularly important is the assiduous presence in laboratory exercises and exercises concerning the resolution of chemical equilibria as well as in the evaluation of experimental error.

<b>Assessment</b>	
<b>Assessment methods</b>	<p>At the end of the course, learning will be assessed through an oral interview on the topics covered and evaluation of laboratory reports. Questions will be formulated to assess the ability to solve problems involving chemical equilibria in solutions: acid-base, complexation, precipitation, and redox. The assessment will focus on the ability to use simplified calculation methods for solving chemical equilibria. Students will also be required to provide a contextual analysis of the analytical techniques introduced in the course, demonstrating an understanding of the theoretical basis of qualitative/quantitative analysis methods, with particular emphasis on volumetric, potentiometric, spectrophotometric, and chromatographic methods.</p> <p>The duration of the exam is approximately 1 hour. The examination board will verify the achievement of the course educational objectives. In cases where these objectives are not met, students will be encouraged to study and seek additional understanding with the teacher help.</p> <p>There are no intermediate tests, but upon a motivated request from some motivated students, a written test on the covered portion of the program may be administered. The use of the periodic table of elements and a calculator is permitted. The results of the partial written test will be communicated directly to the students, and the outcome will be considered during the final oral examination.</p>

<p>Assessment criteria</p>	<p>The evaluation criteria are based on:</p> <p><i>Knowledge and understanding:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>The final examination aims to assess, through a vote on a 30-point scale, the student's familiarity, and mastery of the principles of analytical chemistry, particularly the knowledge of the fundamentals of chemical equilibria.</li> <li>The final examination aims to assess the knowledge of the theoretical foundations of classical volumetric methods of analysis, potentiometric, spectrophotometric, and chromatographic methods.</li> </ul> <p><i>Applied knowledge and understanding:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>The student should be able to calculate the concentrations of species involved in chemical equilibria and discuss classical volumetric methods of analysis, phenomena of light/matter interaction, and the underlying principles of the chromatographic process.</li> <li>The acquisition of independent judgment will be verified through the evaluation of the subjects taught.</li> <li>The student should be able to solve problems involving chemical equilibria, primarily using appropriate approximations.</li> <li>The student should be able to interpret titration curves, UV-Vis absorption, emission, and fluorescence spectra, as well as chromatographic separations.</li> </ul> <p><i>Communication skills:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>The student, through appropriate written and oral communication skills, must analyse, propose, and critically discuss, using appropriate scientific language and rigor, a contradiction in the resolution of a qualitative/quantitative analysis problem.</li> </ul> <p><i>Learning ability:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>The student should acquire sufficient learning and research skills in the main topics of analytical chemistry by consulting bibliographic material in both printed and electronic form.</li> <li>The learning ability is verified through the analysis of knowledge of the subjects taught in the oral examination.</li> <li>The student should develop the ability to transfer the acquired fundamental knowledge to new practical issues, even of an interdisciplinary nature.</li> </ul>
<p>Final exam and grading criteria</p>	<p>The final grade is given on a 30-point scale. The final evaluation will be obtained through an oral interview, in which the level of understanding and problem-solving skills related to aqueous phase equilibria and the basic principles of instrumental analysis, including potentiometry, UV-Vis spectrophotometry, fluorescence, gas chromatography, and liquid chromatography, will be assessed. The oral examination may include requests for theoretical explanations of chemical equilibria, performed on the board or on paper.</p> <p>The oral examination aims to evaluate the general ability to analyse and critically interpret the topics covered in analytical chemistry and the mastery of the subject. The exam is considered passed with a minimum grade of eighteen out of thirty. To achieve a high evaluation, the student must have developed independent judgment and adequate skills in argumentation and presentation.</p> <p>The highest grade, "laude," will be awarded for an excellent performance. The dates of the written tests will be available on Esse 3, as well as the results. Depending on the number of students, the oral examination will be conducted in multiple sessions starting from the date indicated on Esse 3.</p>
<p>Further information</p>	