

## Chimica Elettroanalitica

*Electroanalytical Chemistry*

<b>A.A.</b>	2025-2026	<b>CdS</b>	LM Chimica
<b>Codice</b>	8065833	<b>Canale</b>	Unico
<b>CFU</b>	6 (3cfu + 3cfu Idili)	<b>Lingua</b>	Italiano

### DOCENTE RESPONSABILE

**Francesco Ricci**

### CODOCENTE

**Andrea Idili**

Modulo: Modulo B / Module B

### OBIETTIVI FORMATIVI

<b>Italiano</b>	<p><b>OBIETTIVI FORMATIVI:</b> Il corso fornisce agli studenti un approfondimento delle conoscenze di chimica analitica acquisite nei precedenti corsi con particolare riferimento ai metodi elettroanalitici e alle loro applicazioni pratiche. Saranno affrontati i principi teorici alla base delle principali tecniche elettroanalitiche. Il corso sarà affiancato da esercitazioni in laboratorio.</p> <p><b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE:</b> Lo studente ha un'approfondita conoscenza dei principi delle tecniche elettroanalitiche e del loro utilizzo.</p> <p><b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE:</b> Lo studente ha una preparazione adeguata per utilizzare le tecniche elettroanalitiche e valutare il loro comportamento e segnale.</p> <p><b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO:</b> Lo studente è in grado di interpretare in modo critico ed elaborare i segnali ottenuti con diverse tecniche elettroanalitiche.</p> <p><b>ABILITÀ COMUNICATIVE:</b> Lo studente sa comunicare i vantaggi e svantaggi associati alle diverse tecniche elettroanalitiche e spiegare il loro principio di funzionamento. Sa farlo anche in lingua inglese.</p> <p><b>CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO:</b> Lo studente è in grado di ottenere le informazioni utili per lo sviluppo e ottimizzazione di una tecnica elettroanalitica dai dati di letteratura.</p>
<i>Inglese</i>	<p><b>LEARNING OUTCOMES:</b> <i>The course gives the students a know-how in the Analytical Chemistry field and more precisely in the use, development and study of the most important electroanalytical techniques and of their applications. The course will also have lab experiments and seminars.</i></p> <p><b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:</b> <i>The student will have a deep know-how of the general principles and use of the most important electroanalytical techniques.</i></p> <p><b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:</b> <i>The student will have the necessary know-how to utilize an electroanalytical method and evaluate its signal and responsive behaviour.</i></p>



	<p><i>MAKING JUDGEMENTS: the student will be able to interpret in a critical way the signals obtained with different electroanalytical instruments.</i></p> <p><i>COMMUNICATION SKILLS: The student will know how to communicate the advantages and disadvantages of different electroanalytical techniques and explain their functioning principle. The student is able to do that also in English.</i></p> <p><i>LEARNING SKILLS: The student is able to obtain useful information regarding the development and use of electroanalytical techniques from literature data.</i></p>
--	--

## PREREQUISITI

Italiano	Conoscenza delle discipline chimiche di base
Inglese	<i>Basic knoweldge of Chemistry</i>

## PROGRAMMA

Italiano	<p>Modulo A - Prof. Francesco Ricci</p> <p>Introduzione alla Chimica Elettroanalitica (4 ore) Concetti base di elettrochimica, elettrodi, tecniche elettroanalitiche conduttimetriche. Conduttori di I e II specie. Elettrodi di riferimento.</p> <p>Tecniche Elettroanalitiche Voltammetriche e Amperometriche. (8 ore) Cronoamperometria ed equazione di Cottrell. Sensori amperometrici. Fondamenti delle tecniche voltammetriche. Strumentazione. Modelli dell'interfaccia elettrochimica: modello di Helmholtz. La velocità del trasferimento elettronico (TE) eterogeneo. Processi elettrochimici reversibili ed irreversibili. Processi anodici e catodici.</p> <p>Equazione di Butler-Volmer: costante eterogenea standard. Sovratensione. Modello di Marcus del TE omogeneo ed eterogeneo. Il trasporto di massa in soluzione. Legge di Fick e soluzione dell'equazione della diffusione in alcuni casi di interesse elettroanalitico. Metodi per il controllo del trasporto di massa.</p> <p>Polarografia: polarogrammi, elettrodo a goccia mercurio e onda polarografica, equazione di Ilkovic e equazione di Heyrowski-Ilkovic. Vantaggi e svantaggi dei metodi polarografici. Determinazione delle costanti e del numero di complessazione. Voltammetria lineare e ciclica.</p> <p>Analisi qualitativa: sistemi elettrochimicamente reversibili ed irreversibili. (4 ore) Analisi quantitativa: equazione di Randles-Sevcik.</p> <p>Esperienze di laboratorio + spiegazione (12 ore) Utilizzo di elettrodi stampati, Voltammetria Ciclica, Voltammetria di Stripping Anodico,</p> <p>MODULO B - Dott. Andrea Idili</p> <p>Tecniche voltammetriche ad impulso (NPV e NPP, DPV e DPP, SWV) (8 ore) Tecniche di stripping (ASV, CSV, PSA, AdSV). Tecniche di flusso (Rotating disk electrode, Rotating ring disk electrode, celle a flusso).</p> <p>Applicazioni ed esempi pratici (8 ore) Biosensori enzimatici, sensori a DNA, mediatori elettrochimici, mediatori diffusionali. Strumenti portatili ed esempi commerciali di sensori elettrochimici. Polimeri conduttori.</p>
----------	--



	<p>Elettrodi stampati produzione ed utilizzo. Self Assembled Monolayer. Materiali elettrodi. Grafite, carbon paste, glassy carbon. Sensori monouso per controllo della glicemia. Sensori ad inibizione enzimatica.</p> <p>Esperienze di laboratorio + spiegazione (12 ore) mediatori elettrochimici per H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, biosensore enzimatico per la misura del glucosio, sensori a DNA.</p>
Inglese	<p><i>Module A - Prof. Francesco Ricci</i></p> <p><i>Introduction to Electroanalytical Chemistry (4 hours)</i> <i>Basic concepts of electrochemistry, electrodes, electroanalytical techniques. Conductors of I and II species. Reference electrodes.</i></p> <p><i>Voltammetric and Amperometric Electroanalytical Techniques.(8 hours)</i> <i>Cronoamperometry and Cottrell equation. Amperometric sensors. Principles of voltammetric techniques. Instrumentation. Models of the electrochemical interface: Helmholtz model. Heterogeneous electronic transfer rate. Reversible and irreversible electrochemical processes. Anode and cathode processes. Butler-Volmer equation: standard heterogeneous constant. Overvoltage. Homogeneous and heterogeneous Marcus model of TE. Mass transport in solution. Fick's law and solution of the diffusion equation in some cases of electroanalytical interest. Methods for mass transport control.</i> <i>Polarography: polarograms, mercury drop electrode and polarographic wave, Ilkovic equation and Heyrowski-Ilkovic equation. Advantages and disadvantages of polarographic methods. Linear and cyclic voltammetry.</i></p> <p><i>Qualitative analysis: electrochemically reversible and irreversible systems. (4 hours)</i> <i>Quantitative analysis: Randles-Sevcik equation.</i></p> <p><i>Laboratory Experiences + Explanation (12 hours)</i> <i>Use of printed electrodes, Cyclic Voltammetry, Anodic Stripping Voltammetry.</i></p> <p><i>Module B - Dott. Andrea Idili</i></p> <p><i>Pulse voltammetric techniques (NPV and NPP, DPV and DPP, SWV) (8 hours)</i> <i>Stripping techniques (ASV, CSV, PSA, AdSV). Flow techniques (rotating disk electrode, ring rotating electrode, flow cells).</i></p> <p><i>Applications and practical examples (8 hours)</i> <i>Enzymatic biosensors, DNA sensors, electrochemical mediators, diffusion mediators. Portable instruments and examples of dielectrochemical sensors. Conductive polymers. Production and use printed electrodes. Self-assembled monolayer. Electrode materials. Graphite, carbon paste, glassy carbon. Disposable sensors for blood glucose control. Enzyme inhibiting sensors.</i> <i>Laboratory experiences</i> <i>Use of printed electrodes, Cyclic Voltammetry, Anodic Stripping Voltammetry, electrochemical mediators for H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, DNA sensors.</i></p> <p><i>Laboratory Experiences + Explanation (12 hours)</i> <i>electrochemical mediators for H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, enzymatic biosensor for glucose measurement, DNA sensors.</i></p>



Italiano	J. Wang, "Analytical Electrochemistry" A.J. Bard, L.R. Faulkner "Electrochemical Methods"
Inglese	J. Wang, "Analytical Electrochemistry" A.J. Bard, L.R. Faulkner "Electrochemical Methods"

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO

Italiano	Lezioni frontali di carattere teorico Lezioni frontali di carattere teorico/pratico (articoli, esempi pratici etc) Esercitazioni di laboratorio
Inglese	<i>Lectures</i> <i>Seminars</i> <i>Laboratory experiments</i>

### MODALITÀ DI VALUTAZIONE

#### Prova orale

Italiano	<p>L'esame consiste in un colloquio orale volto a verificare il livello di conoscenza degli argomenti svolti e valutare la capacità di utilizzare le principali tecniche analitiche.</p> <p>L'esame è superato se si risponde in modo soddisfacente ad almeno tre domande su quattro.</p> <p>La valutazione finale è espressa in trentesimi e viene definita nel seguente modo:</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>
Inglese	<p><i>Oral examination to evaluate the level of knowledge acquired by the student. The examination will be considered passed if the student will answer satisfactorily to 3 out of 4 questions. The final evaluation will take in consideration:</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li><i>1) The level of knowledge (40%)</i></li><li><i>2) The capacity of the student to illustrate the concepts (30%)</i></li><li><i>3) The capacity of the student to critically evaluate the acquired knowledge (30%)</i></li></ol> <p><i>The oral exam, which lasts 30-45 minutes, aims to ascertain the acquired knowledge and the student's communication skills. The exam is passed with a grade equal to or higher than 18 points out of 30.</i></p> <p><i>Graduation of the grade of the oral exam:</i></p> <p><i>18-21, the student has acquired the basic concepts of the discipline and expresses himself with a sufficiently correct and appropriate language.</i></p> <p><i>22-25, the student has acquired in depth the basic concepts of the discipline and is adequately able to make the connections between the various subjects. Presents linearity in the structuring of speech. The language is appropriate and correct.</i></p>



	<p>26-29, the student has a complete and well-structured set of knowledge. He is able to independently apply and re-elaborate the acquired knowledge. It highlights a wealth of references and logical-analytical skills with a fluid, appropriate and varied language.</p> <p>30 and 30 cum laude, the student has a complete and in-depth knowledge base. Is able to apply knowledge to complex cases and problems and extend it to new situations. The cultural references are rich and up-to-date. It expresses itself with brilliance and perfect language properties.</p>
--	---

## MODALITÀ DI FREQUENZA

---

### Frequenza facoltativa

Italiano	Anche se la frequenza non è obbligatoria, si raccomanda fortemente una partecipazione ad almeno il 70% delle lezioni
Inglese	<i>Even if attendance is not compulsory, participation in at least 70% of the lessons is strongly recommended</i>