

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

LABORATORIO DI CHIMICA PER LE TECNOLOGIE

LABORATORY OF CHEMISTRY FOR TECHNOLOGIES

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	CHIMICA
Codice	8068155	Canale	Unico
CFU	6 CFU	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

LARISA LVOVA

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: Lo scopo del corso è mostrare l'applicazione delle basi teorici acquisiti durante i corsi della chimica generale ed analitica per l'approfondimento delle tecniche analitiche trattate nel campo sensoristico, con la verifica diretta attraverso prove di laboratorio mirate. La possibilità di accesso diretto alla strumentazione scientifica da parte degli studenti rappresenta certamente un punto di forza per l'apprendimento della materia. Fornisce inoltre le conoscenze metodologiche necessarie ad esplicitare con competenza un'attività lavorativa analitica ed essere in grado di affrontare con l'autonomia problemi pratici e di utilizzare i sensori chimici in campo. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE: Al termine delle lezioni lo studente deve aver acquisito le competenze sul funzionamento dei diversi tipi dei sensori chimici unitamente ad una maggiore autonomia nel loro utilizzo per le specifiche applicazioni. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE: Lo studente dovrebbe acquisire una comprensione più approfondita del processo analitico riguardo al applicazione dei sensori chimici e l'analisi sensoristica e multisensoriale ai campioni reali di maggiore complessità. AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Lo studente dovrebbe sviluppare una criticità di valutazione dei dati analitici ottenuti tramite analisi sensoristica ed essere in grado di fornire un risultato attendibile in termini di accuratezza e precisione e coerente con la richiesta analitica iniziale.
-----------------	--



	ABILITÀ COMUNICATIVE: Lo studente dovrebbe possedere la capacità di spiegare i principi di funzionamento delle tecniche analitiche e sensori utilizzati, i loro ambiti applicativi e i risultati acquisiti. Inoltre, dovrebbe avere sviluppato capacità di collaborare con altri colleghi ed al lavoro in squadra CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Al termine del corso lo studente dovrebbe dimostrare padronanza delle tematiche della sensoristica, inclusi metodi di analisi multisensoriali e chemometria.
English	LEARNING OUTCOMES: <i>The purpose of the course is to show the application of the theoretical foundations acquired during the courses of general and analytical chemistry for the deepening of the analytical techniques dealt with in the sensor field, with direct verification through targeted laboratory tests. The possibility of direct access to scientific instruments by students certainly represents a strong point for learning the subject.</i> <i>The course also provides the methodological knowledge necessary to competently perform an analytical work activity and be able to independently tackle practical problems and apply the chemical sensors in the field.</i> KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: <i>At the end of the lessons the student must have acquired the skills on the functioning of the different types of chemical sensors together with greater autonomy in their use for specific applications.</i> APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: <i>The student should gain a deeper understanding of the analytical process regarding the application of chemical sensors and multisensor analysis to real samples of greater complexity.</i> MAKING JUDGEMENTS: <i>The student should develop a critical evaluation of the analytical data obtained through sensor analysis and be able to provide a reliable result in terms of accuracy and precision and consistent with the initial analytical request.</i> COMMUNICATION SKILLS: <i>The student should have the ability to explain the operating principles of the analytical and sensor techniques used, their application fields and the results acquired. In addition, you should have developed the ability to collaborate with other colleagues and to work as a team.</i> LEARNING SKILLS:

	<i>At the end of the course the student should demonstrate mastery of the themes of sensors, including multisensory analysis methods and chemometrics.</i>
--	--

PREREQUISITI

Italiano	Conoscenza delle discipline chimiche di base, in particolar modo della chimica generale, elettrochimica e chimica analitica. Conoscenza dei principali software per l'elaborazione dei dati sperimentali (come fogli elettronici di calcolo). Conoscenza delle tecniche analitiche, che richiamo i concetti base come l'applicazione dei metodi dello Standard interno e del Recupero.
<i>English</i>	<i>Knowledge of basic chemical disciplines, especially general chemistry, electrochemistry and analytical chemistry.</i> <i>Knowledge of the main software for the processing of experimental data (such as spreadsheets). Knowledge of analytical techniques, which recall the basic concepts such as the application of the methods of the Internal Standard and Recovery.</i>

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	I corso sarà diviso in 3 principali argomenti, tutti dedicati all'applicazione della chimica per tecnologie in campo sensoristico. Verranno descritti e studiati i sensori chimici con diversi tipi di trasduzione e matrici dei sensori. Inoltre, verranno richiamati i concetti di base di diverse tecniche analitiche e i metodi di statistica di base e chemometria per il trattamento dei dati sperimentali. Introduzione e concetti generali di sensoristica (4h). 1) Cenni di metodi elettrochimici e lo sviluppo dei sensori potenziometrici e amperometrici e loro applicazioni(12h). 2) Tecniche spettrofotometriche e il richiamo di concetti base di chimica supramolecolare, per lo sviluppo dei sensori ottici e loro applicazioni (12h). 3) Approccio multisensoriale: matrici dei sensori e loro applicazioni per analisi qualitativa e quantitativa (14h). Introduzione in chemometrica (4h). Progetto finale di laboratorio (2h). Esperienze di laboratorio (veranno effettuati minimo 6 esperienze dall lista sotto riportata, ogniuna di durata 4h): - Processi elettrochimici spontanei per la stima del potere della natura: batterie al limone/arancia/patata/ecc – misurazione della fem di celle galvaniche fatte a mano;
-----------------	--



	- Sistemi redox reversibili e irreversibili: voltammetria ciclica con vitamina C e Ferrocene (Fc) come riferimento redox interno; - Distinguere campioni sconosciuti: applicazione della voltammetria ciclica all'analisi di soluzioni multicomponenti contenenti specie redox-attive; - Preparazione dei sensori potenziometrici con la membrana polimerica del tipo ISE (Ion-Selective Electrode) per la l'analisi dei nitrati nei ortaggi; - "Disegna il tuo sensore" - la progettazione e la preparazione dei sensori potenziometrici con un circuito elettrico disegnato con una matita sulla carta e contenente la membrana polimerica per l'analisi dello ione potassio in composizioni farmaceutiche; - "Il semaforo chimico" - determinazione ad occhio nudo dei fluoruri in acque minerali, dentifrici, collutori con sensore ottico colorimetrico depositato sul supporto cartaceo; - Determinazione del contenuto dello magnesio e/o farmaco antidolorifico non steroideo (FAN), Ketoprofene, in alimenti e medicinali con i sensori fluorimetrici e dei gadget elettronici comune (come smartphone) per il rilevamento del segnale; - "Vedere il gusto": l'applicazione delle matrici dei sensori potenziometrici per distinguere il gusto dei diversi prodotti alimentari e bevande visivamente generando della mappa dei colori (impronta visiva). - Applicazione di sensori commerciali basati su MOx (ossidi metallici) o sensori di gas potenziometrici tipo Severinghaus per la determinazione della CO₂ nel respiro (dello studente, della pianta, nell'atmosfera serra, ecc.); - Analisi multisensoriale delle urine o dei prodotti alimentari: possiamo "vedere" patologie tramite l'applicazione delle matrici di sensori potenziometrici, chiamati la Lingua Elettronica, per analisi della fase liquida, o matrici dei sensori per i gas, il Naso Elettronico, per analisi dello spazio di testa delle urine o campioni alimentari rispettivamente.
English	<i>The course will be divided into 3 main topics, all dedicated to the application of chemistry for sensory technologies. Chemical sensors with different transduction principles and sensor arrays will be described and studied. Furthermore, the basic concepts of different analytical techniques and the basic statistics and chemometrics methods of analysis for the experimental data treatment will be recalled.</i> <i>Introduction and general concepts of modern sensoristics (4h).</i> <i>1) Outline of electrochemical methods and the development of potentiometric and amperometric sensors and their applications (12h).</i>



2) *Spectrophotometric techniques and the recall of basic concepts of supramolecular chemistry, for the development of optical sensors and their applications (12h).*

3) *Multisensory approach: sensor matrices and their applications for qualitative and quantitative analysis (14h) Introduction to chemometrics (4h).*

Final laboratory project (2h)

Laboratory experiences (at least 6 experiments will be carried out from the list below, everyone of total 4h duration):

- Spontaneous electrochemical processes: estimate the power of nature: Lemon/orange/potato/etc. battery – hand-made galvanic cells emf estimation;

- Reversible and irreversible redox systems: Cyclic voltammetry with vitamin C with Ferrocene (Fc) as an Internal Reference Redox Standard;

- Distinguishing unknown samples: application of cyclic voltammetry to analysis of multicomponent solutions containing redox-active species;

-Preparation of potentiometric sensors with the polymer membrane of the ISE (Ion-Selective Electrode) type for the analysis of nitrates in vegetables;

-- Draw your own sensor: design and preparation of potentiometric sensors with an electrical circuit designated with a pencil on the paper and containing the polymer membrane for the analysis of potassium ion in pharmaceutical compositions;

- "Chemical traffic light" - a naked-eye determination of fluorides in mineral waters, toothpastes, mouthwashes with colorimetric optical sensor deposited on the paper support;

- Determination of the content of magnesium and / or non-steroidal anti-inflammatory drug (NSAD), Ketoprofen, in foodstuffs and medicines with fluorimetric sensors and common electronic gadgets (such as smartphones) for signal detection;

-"See the taste": an application of the potentiometric sensor array to distinguish the taste of different foodstuffs and drinks visually through generating the color map (visual fingerprint);

- Application of commercial sensors based on MOXs (metal oxides) or potentiometric Severinghaus-type gas sensors for the determination of CO₂ in the breath (of the student, of the plant, in the greenhouse atmosphere, etc.);

- Multisensory analysis of urine or alimentary products - can we "see" the pathologies by the application of potentiometric sensors array, Electronic Tongue, for liquid phase analysis, or gas sensor arrays, Electronic Nose for headspace analysis.

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	- D. Harvey, D. Harvey, <i>Modern analytical chemistry</i>, 1st ed., The McGraw-Hill press, 2000, 468 p, ISBN 0-07-237547-7; - J. Wang, <i>Analytical electrochemistry</i>, 3 rd ed., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2006, 262p. ISBN-13 978-0-471-67879-3; - J. Janata, <i>Principles of chemical sensors</i>, 2 nd ed., Springer, New York, 2010, 365 p., ISBN: 978-0-387-69931-8 (e-Book); - O.V. Roussak, H.D. Gesser, <i>Applied Chemistry. A textbook for Engineers and Technologists</i>, 2nd ed., Springer, New York, 2013, 372p., ISBN 987-1-4614-4262-2 (e-Book).
<i>English</i>	- D. Harvey, D. Harvey, <i>Modern analytical chemistry</i>, 1st ed., The McGraw-Hill press, 2000, 468 p, ISBN 0-07-237547-7; - J. Wang, <i>Analytical electrochemistry</i>, 3 rd ed., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2006, 262p. ISBN-13 978-0-471-67879-3; - J. Janata, <i>Principles of chemical sensors</i>, 2 nd ed., Springer, New York, 2010, 365 p., ISBN: 978-0-387-69931-8 (e-Book); - O.V. Roussak, H.D. Gesser, <i>Applied Chemistry. A textbook for Engineers and Technologists</i>, 2nd ed., Springer, New York, 2013, 372p., ISBN 987-1-4614-4262-2 (e-Book).

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza

☐ A distanza

Italiano	Il corso si articola in 48 ore di lezioni frontali in aula ed esercitazioni pratiche di laboratorio (4 ore settimanali). Per lo svolgimento di entrambe le attività si utilizzano slides a supporto degli argomenti trattati preparati con software PowerPoint, integrate da approfondimenti su lavagna tradizionale. Le esperienze di laboratorio hanno una importanza prevalente nel corso, e saranno effettuate sotto la supervisione del docente e di assistenti. Per tale scopo agli studenti è l'accesso diretto alla strumentazione disponibile presso il laboratorio di didattica dedicato. Durante le esperienze di laboratorio saranno approfonditi molteplici esempi riportati in letteratura e discussi durante le lezioni introduttive del corso e strettamente legati agli argomenti trattati. Inoltre, gli studenti, fissando un appuntamento via mail o durante la lezione, possono chiedere il supporto del docente per avere chiarimenti/approfondimenti sugli argomenti presentati a lezione e durante le pratiche di laboratorio.
<i>English</i>	<i>The course is divided into 48 hours of classroom lectures and practical laboratory exercises (4 hours per week). To carry out both activities, the slides on the topics covered prepared with PowerPoint software, supplemented by in-depth studies on a traditional blackboard are used.</i> <i>The laboratory experiences have a prevalent importance in the course, and will be carried out under the supervision of the teacher and assistants. For this purpose, students have</i>

	<i>direct access to the equipment available in the dedicated didactic laboratory. During the laboratory experiences, many examples reported in the literature and discussed during the introductory lectures of the course and closely related to the topics covered will be studied in depth.</i> <i>Furthermore, students, by fixing an appointment via email or during the lesson, can ask for the support of the teacher to get clarifications / insights on the topics presented in class and during laboratory practices.</i>
--	---

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	La frequenza alle lezioni non è obbligatoria ma fortemente consigliata da seguire con continuità. La frequenza è obbligatoria per le esercitazioni di laboratorio: al meno 4 esperienze di laboratorio sul 6 per essere ammessi al esame.
English	<i>Attendance at lectures is not mandatory but strongly recommended to be followed with continuity. Attendance is mandatory for laboratory exercises: participation in at least 4 out of 6 laboratory experiences is mandatory to be admitted to the exam.</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

Larisa Lvova, Manuela Stefanelli, Sara Nardis, Roberto Paolesse, Federica Mandoj, Gabriele Magna

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	La verifica dell'apprendimento viene effettuata attraverso la predisposizione di relazioni scritte per ogni esperienza di laboratorio da parte di ogni singolo studente. Alla fine del corso verrà eseguita una prova orale su tutti gli argomenti trattati durante il corso. Il colloquio durerà 20-30 minuti per ogni studente. Verranno approfondite relazioni scritte su esperienze pratiche di laboratorio, inoltre lo studente dovrà dimostrare la comprensione degli argomenti trattati nel corso esprimendosi in modo chiaro e utilizzando una corretta terminologia scientifica.
----------	---

	Il voto possibile sarà così stimato: 18-21, lo studente ha acquisito i concetti di base della disciplina, modo di esprimersi e linguaggio sufficientemente corretti e appropriati. 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. 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. 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.
English	<i>The verification of the students' learning is carried out through the preparation of written reports for each laboratory experience by each individual student.</i> <i>A final oral exam will cover all the subjects treated during the course. The interview will last 20-30 minutes. Written reports on practical laboratory experiences will be discussed in detail and the student will have to demonstrate that they have understood the topics covered in the course by expressing themselves clearly and using correct scientific terminology.</i> <i>The possible grade will be estimated as follows:</i> <i>18-21, the student has acquired the basic concepts of the discipline, manner of expression and language that is sufficiently correct and appropriate.</i> <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> <i>26-29, the student has a complete and well-structured set of knowledge. You are able to independently apply and re-elaborate the acquired knowledge without any errors. Highlights a wealth of references and logical-analytical skills with a fluid, appropriate and varied language.</i> <i>30 and 30 cum laude, the student has a complete and in-depth knowledge base. You know how 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.</i>