

CHIMICA INDUSTRIALE (LM-71)

ANNO ACCADEMICO 2023-2024

DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ELETTROCHIMICA INDUSTRIALE

(Industrial Electrochemistry)

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	<i>I anno</i>
Periodo di erogazione	<i>Il semestre</i>
Crediti formativi universitari (CFU/ETCS):	<i>6</i>
SSD	<i>CHIM02</i>
Lingua di erogazione	<i>Italiano</i>
Modalità di frequenza	Lo studente è tenuto a frequentare almeno lo 80% delle lezioni del corso

Docente	
Nome e cognome	<i>Pinalysa Cosma</i>
Indirizzo mail	<i>pinalysa.cosma@uniba.it</i>
Telefono	<i>0805443443/3407369470</i>
Sede	<i>Stanza 104, I piano del Dipartimento di Chimica</i>
Sede virtuale	
Ricevimento	

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
<i>150</i>	<i>48</i>	<i>0</i>	<i>102</i>
CFU/ETCS			
<i>6</i>	<i>6</i>	<i>0</i>	

Obiettivi formativi	<p>Obiettivo del corso è fornire una cultura elettrochimica di base e applicata essenziale per descrivere il comportamento dei materiali e dei sistemi elettrochimici utilizzati in campo energetico, ambientale e di processo. Introdurre gli studenti a temi specifici delle applicazioni industriali dell'elettrochimica, sia ai processi innovativi applicati alla conversione dell'energia che ai trattamenti ambientali. Gli studenti avranno una conoscenza approfondita delle metodologie elettrochimiche necessarie allo studio di sistemi chimico fisici complessi (controllo e analisi, ambito industriale, ambiente ed energia, Beni Culturali, Scienza dei materiali, etc). Lo studente inoltre impara a 1) sapere valutare criticamente le proprie conoscenze, le proprie abilità e le capacità acquisite, ed i propri risultati - argomentando le proprie tesi in ambito scientifico, 2) avere la capacità di trattare la complessità di un contesto elettrochimico analizzandone le problematiche di ambito chimico e proponendo soluzioni tecniche alternative.</p>
Prerequisiti	<i>Chimica-fisica I e II, Matematica, Fisica, Chimica Organica I e II, Rappresentazioni grafiche.</i>

--	--

Metodi didattici	<i>Lezioni frontali con l'ausilio di PowerPoint</i>
-------------------------	---

<p>Risultati di apprendimento previsti</p> <p>DD1 Conoscenza e capacità di comprensione</p> <p>DD2 Conoscenza e capacità di comprensione applicate</p> <p>DD3-5 Competenze trasversali</p>	<p>- Descrittore di Dublino 1: conoscenza e capacità di comprensione.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Acquisire una cultura sull'elettrochimica di base e/o applicata mediante la conoscenza approfondita dei principi e delle leggi che la regolano (dalla corrosione dei materiali alla stabilità dei sistemi colloidali, potenziale zeta, all'aspetto ambientale e sintetico). ○ Acquisire familiarità con alcune tecniche di misura e strumentazioni chimico-fisiche non convenzionali applicate a matrici complesse. ○ Conoscere i reattori elettrochimici ed il loro funzionamento, individuando i parametri più adatti a valutarne le prestazioni. ○ Riconoscere e distinguere i vari tipi di corrosione dei materiali <p>- Descrittore di Dublino 2: capacità di applicare conoscenza e comprensione.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Sapere valutare le proprietà elettrochimiche di processi industriali. ○ Sapere utilizzare tecniche e metodologie elettrochimiche per lo studio di sistemi complessi. ○ Scegliere ed ottimizzare i materiali che prendono parte ai processi elettrochimici. ○ Effettuare un dimensionamento di massima di un reattore elettrochimico operante in regime galvanostatico o potenziostatico, valutandone anche i consumi energetici attraverso esercitazioni riguardanti le prestazioni dei reattori elettrochimici. ○ Fornire esempi di applicazione industriali dei processi elettrochimici industriali. ○ Essere in grado di ipotizzare strategie di protezione dei materiali dalla corrosione. <p>- Descrittore di Dublino 3:</p>
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Autonomia di giudizio <i>Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa dovrà essere in grado di</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Valutare criticamente le proprie conoscenze, le proprie abilità e le capacità acquisite, e i propri risultati; argomentando le proprie tesi in ambito scientifico. ○ Valutare l'impatto ambientale delle metodologie studiate ○ Analizzare criticamente i processi elettrochimici industriali che utilizzano fonti fossili. ○ Applicare le conoscenze acquisite a nuovi processi che utilizzano materie prime rinnovabili. <p>- Descrittore di Dublino 4: Abilità comunicative <i>Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa dovrà essere in grado di</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Capacità di comunicare in forma scritta e orale, in italiano ed in inglese, anche con utilizzo di sistemi multimediali; ○ capacità di presentare una propria attività di ricerca o di rassegna ad un pubblico di specialisti o di profani; ○ capacità di sostenere un contraddittorio sulla base di un giudizio sviluppato autonomamente su una problematica inerente all'elettrochimica nei processi industriali <p>- Descrittore di Dublino 5: Capacità di apprendere in modo autonomo <i>Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa dovrà essere in grado di</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ recuperare agevolmente le informazioni dalla letteratura, banche dati ed internet. ○ risolvere in maniera pratica problemi sperimentali relativi a sistemi complessi. ○ mettere in gioco capacità personali nel ragionamento logico e nell'approccio critico al problema posto in qualunque ambito lavorativo.
<p>Contenuti di insegnamento (Programma)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Richiami di elettrochimica di base: concetti di termodinamica relativi a celle galvaniche e celle di elettrolisi, reazioni di cella ed elettrodiche, lavoro elettrico e bilancio di energia, forza elettromotrice di una cella galvanica, equazione di Nernst, potenziale elettrodico, serie elettrochimica. - Fondamenti dei processi elettrochimici industriali: Rendimento in corrente; Conversione, resa e selettività; Bilancio di materia e di energia per un reattore elettrochimico; Consumo specifico di energia; Reattori e impianti elettrochimici: Aspetti tecnici fondamentali e problematiche generali; Descrizione e classificazione dei reattori; Elementi di progetto: cinetica di reazione, tensione minima di elettrolisi, equilibrio agli elettrodi, reazioni secondarie; Configurazioni di celle industriali; Alcuni esempi di processi elettrochimici industriali; Celle d'elettrolisi, separatori e membrane. Sistemi elettrosintetici ed elettrocatalitici. Elettrodeposizione di metalli e di semiconduttori (anche in sistemi nanostrutturati). Applicazioni industriali. - Elettrochimica dei materiali e Corrosione: Sistemi elettrochimici non in equilibrio. Curve corrente-potenziale. Aspetto cinetico dei processi elettrodici. Coefficiente di trasferimento. Concetto di sovratensione.

	<p>Equazione di Butler-Volmer. Diagrammi di Tafel. Corrosione. Diagrammi di Pourbaix. Passivazione; corrosione e comportamento attivo/passivo. Diagrammi di Evans. Protezione catodica e anodica. Anodi sacrificali. Generalità sui sistemi di protezione dalla corrosione. La corrosione nei Beni Culturali.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fenomeni elettrocinetici: Fenomeni elettrocinetici: Elettroforesi, Elettroosmosi, Potenziale di streaming e potenziale di sedimentazione; Doppio strato elettrico; dinamica del doppio strato elettrico; potenziale Zeta; Teoria elementare dei fenomeni elettrocinetici; Termodinamica dei processi elettrocinetici; esempi di applicazione del potenziale zeta. Bioremediation elettrochimica. - Elettrochimica Ambientale: Elettrochimica e bioremediation; Elettrochimica e Trattamento delle acque; Desalinizzazione; Elettrocoagulazione; Elettroflottazione; Foto(elettro)catalisi. - Elettrochimica ed Energia: Caratteristiche dei Generatori elettrochimici di energia: energia specifica, capacità, durata e vita; Caratteristiche elettriche, curve di scarica e di polarizzazione; problematiche ambientali: smaltimento e recupero; Generatori elettrochimici primari (varie pile); generatori elettrochimici secondari (generalità e caratteristiche); Fuel cells; Supercapacitori; Fotovoltaico.
Testi di riferimento	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Dispense e appunti di lezioni</i> - <i>Industrial Electrochemistry (1993) di Derek Pletcher e Frank C. Walsh, edito da Springer Science</i>
Note ai testi di riferimento	
Materiali didattici	

Valutazione	
Modalità di verifica	<p><i>La verifica è condotta attraverso un esame orale che consiste in una discussione finalizzata ad accertare il livello di conoscenza e capacità di comprensione raggiunta dallo studente sui contenuti teorici e metodologici indicati nel programma del modulo. La prova orale consentirà inoltre di verificare la capacità di comunicazione dell'allievo con proprietà di linguaggio ed organizzazione autonoma dell'esposizione sugli stessi argomenti a contenuto teorico.</i></p>

Criteri di valutazione	<i>Lo studente deve dimostrare padronanza degli argomenti teorici e degli apparati sperimentali con riferimento agli aspetti industriali, capacità di collegamento con la parte teorica del corso e con le altre discipline, capacità critica nell'analisi dei dati tecnici, sapere scegliere la strategia più opportuna per la risoluzione di problemi pratici sempre inerenti agli aspetti industriali.</i>
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	<i>Il voto finale è attribuito in trentesimi. L'esame si intende superato quando il voto è maggiore o uguale a 18.</i>

Altro	

SCHEDA DI INSEGNAMENTO IN LINGUA INGLESE
COURSE OF STUDY:
Industrial Chemistry
ACADEMIC YEAR
2023/2024
ACADEMIC SUBJECT

General information	
Year of the course	<i>1 year</i>
Academic calendar (starting and ending date)	<i>II Semester</i>
Credits (CFU/ETCS):	<i>6</i>
SSD	<i>CHIM02</i>
Language	<i>Italian</i>
Mode of attendance	Students must attend the 80% of the lessons.

Professor/ Lecturer	
Name and Surname	<i>Pinalysa Cosma</i>
E-mail	<i>pinalysa.cosma@uniba.it</i>
Telephone	<i>0805443443/3407369470</i>
Department and address	<i>Stanza 104, I piano del Dipartimento di Chimica</i>
Virtual room	
Office Hours (and modalities: e.g., by appointment, on line, etc.)	

Work schedule			
Hours			
Total	Lectures	Hands-on (laboratory, workshops, working groups, seminars, field trips)	Out-of-class study hours/ Self-study hours
<i>150</i>	<i>48</i>	<i>0</i>	<i>102</i>
CFU/ETCS			
<i>6</i>	<i>6</i>	<i>0</i>	

Learning Objectives	The aim of the course is to provide a basic and applied electrochemical culture essential to describe the behavior of materials and electrochemical systems used in energy, environment, and process. To introduce students to specific topics of industrial applications of electrochemistry, both to innovative processes applied to energy conversion and to environmental treatments. Students will have a thorough knowledge of the electrochemical methodologies necessary for the study of complex physical-chemical systems (control and analysis, industrial field, environment and energy, Cultural Heritage, Materials Science, etc.). The student also will learn to 1) know how to evaluate their knowledge, skills, and abilities acquired critically, and their results - arguing their thesis in the scientific field, 2) have the ability to treat the complexity of an electrochemical context by analyzing the chemical problems and proposing alternative technical solutions.
Course prerequisites	<i>Physical Chemistry I and II, Mathematics, Physics, Organic Chemistry I and II, graphical Report of experimental data.</i>

Teaching strategie	
Expected learning outcomes in terms of	
Knowledge and understanding on:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Acquire a culture of basic and/or applied electrochemistry through in-depth knowledge of the principles and laws that govern it (from corrosion of materials to the stability of colloidal systems, zeta potential, environmental and synthetic aspects). ○ Become familiar with some non-conventional measurement techniques and chemical-physical instrumentation applied to complex matrices. ○ Know the electrochemical reactors and their operation, identifying the most suitable parameters to evaluate their performance. ○ Recognize and distinguish the various types of materials' corrosion.
Applying knowledge and understanding on:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Know how to evaluate the electrochemical properties of industrial processes. ○ Know how to use electrochemical techniques and methodologies for the study of complex systems. ○ Choose and optimize materials that take part in the electrode processes. ○ Perform a rough dimensioning of an electrochemical reactor operating in galvanostatic or potentiostatic mode, also evaluating energy consumption through exercises on the performance of electrochemical reactors. ○ Provide examples of industrial application of industrial electrochemical processes. ○ Be able to hypothesize strategies to protect materials from corrosion.
Soft skills	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Making informed judgments and choices</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Critically assess their knowledge, skills, and results, arguing their own scientific thesis. ○ Assessing the environmental impact of the methodologies studied ○ Critically analyze industrial electrochemical processes using fossil fuels. ○ Apply the knowledge acquired to new processes using renewable raw materials.

	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Communicating knowledge and understanding</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ability to communicate in written and oral form, in Italian and in English, also using multimedia systems; ○ Ability to present its own research or review activities to an audience of specialists or laypersons; ○ Ability to support a contradiction on the basis of an independently developed judgment on a problem related to electrochemistry in industrial processes • <i>Capacities to continue learning</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Easily retrieve information from literature, databases, and the internet. ○ to practically solve experimental problems related to complex systems. ○ Putting personal skills at stake in logical reasoning and in the critical approach to the problem posed in any working environment.
Syllabus	
Content knowledge	<ul style="list-style-type: none"> - Basic electrochemistry recalls: thermodynamics concepts related to galvanic cells and electrolysis cells, cell and electrode reactions, electrical work and energy balance, electromotive force of a galvanic cell, Nernst equation, electrode potential, and electrochemical series. - Fundamentals of Industrial Electrochemical Processes: Current efficiency; Conversion, yield, and selectivity; Material and energy balance for an electrochemical reactor; Specific energy consumption; Reactors and electrochemical plants: Fundamental technical aspects and general problems; Description and classification of reactors; Design elements: reaction kinetics, minimum electrolysis voltage, electrode equilibrium, secondary reactions; Configurations of industrial cells; Some examples of industrial electrochemical processes; Electrolysis cells, separators and membranes. Electrosynthetic and electrocatalytic systems. Electroplating of metals and semiconductors (also in nanostructured systems). Industrial applications. - Electrochemistry of Materials and Corrosion: Non-equilibrium electrochemical systems. Current-potential curves. Kinetic aspect of the electrode processes. Transfer coefficient. Overvoltage concept. Butler-Volmer equation. Tafel diagrams. Corrosion. Pourbaix diagrams. Passivation; corrosion and active/passive behavior. Evans diagrams. Cathodic and anodic protection. Sacrificial anodes. General information on corrosion protection systems. Corrosion in Cultural Heritage. - Electrokinetic phenomena: Electrophoresis, Electroosmosis, Streaming potential, and sedimentation potential; Double electrical layer; dynamics of the electric double layer; Zeta potential; Elementary theory of electrokinetic phenomena; Thermodynamics of electrokinetic processes; examples of application of zeta potential. Electrochemical bioremediation. - Environmental Electrochemistry: Electrochemistry and bioremediation; Electrochemistry and Water Treatment; Desalination; Electrocoagulation; Electroflotation; Photo(electro)catalysis. - Electrochemistry and Energy: Characteristics of electrochemical energy generators: specific energy, capacity, duration, and life; Electrical characteristics, discharge, and polarization curves; environmental issues: disposal and recovery; Primary electrochemical generators (various batteries); secondary electrochemical generators (general and characteristics); Fuel cells; Supercapacitors; Photovoltaics.
Texts and readings	<p><i>Lecture notes and notes</i> <i>Industrial Electrochemistry (1993) di Derek Pletcher e Frank C. Walsh, edito da Springer Science</i></p>
Notes, additional materials	
Repository	

Assessment	
Assessment methods	The examination is conducted through an oral examination consisting of a discussion aimed at ascertaining the level of knowledge and understanding reached by the student on the theoretical and methodological contents indicated in the module program. The oral exam will also test the student's communication skills with language properties and autonomous organization of the exposure to the same topics with theoretical content.
Assessment criteria	The student must demonstrate mastery of theoretical topics and experimental apparatus with reference to industrial aspects, ability to link with the theoretical part of the course and with other disciplines, critical ability in the analysis of technical data, know how to choose the most appropriate strategy for solving practical problems always related to industrial aspects.
Final exam and grading criteria	The final grade is awarded in thirtieth grade. The exam is considered passed when the grade is greater than or equal to 18.
Further information	
	.