



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## CHIMICA ANALITICA E LABORATORIO

**ALESSIO CECCARINI**

Anno accademico 2021/22  
CdS CHIMICA PER L'INDUSTRIA E  
L'AMBIENTE  
Codice 113CC  
CFU 9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
CHIMICA ANALITICA E LABORATORIO	CHIM/01	LEZIONI	138	ALESSIO CECCARINI TOMMASO LOMONACO

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Il corso intende fornire allo studente conoscenze dei fondamenti della chimica analitica con particolare riguardo a:

- trattamento di equilibri multipli in soluzione con riferimento, per esempio, a reazioni acido/base, complessazione, precipitazione e ossidazione;
- analisi quantitativa mediante tecniche gravimetriche, volumetriche ed elettrochimiche;
- concetti di base di elettrochimica e di misure potenziometriche.

Le esercitazioni di laboratorio saranno l'occasione per chiarire con le evidenze sperimentali quanto trattato nella parte teorica del corso.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Durante le lezioni frontali parte del tempo sarà periodicamente dedicato a coinvolgere gli studenti in discussioni e riflessioni sugli argomenti trattati. Inoltre, le esercitazioni di laboratorio permetteranno agli studenti di verificare nella pratica il livello di apprendimento maturato nel corso delle lezioni frontali.

La verifica del livello di conoscenze acquisite da parte dello studente sarà fatta sulla base delle abilità acquisite durante lo svolgimento delle esperienze di laboratorio e sulla base della prova orale finale.

#### *Capacità*

Il corso intende migliorare la capacità dello studente di:

- impostare e risolvere correttamente calcoli stechiometrici per il trattamento analitico di equilibri multipli in soluzione e per l'analisi chimica quantitativa;
- presentare e discutere con un corretto linguaggio scientifico gli argomenti trattati.

Le esercitazioni di laboratorio intendono migliorare la capacità manuale dello studente di portare a buon fine semplici operazioni chimiche alla base delle procedure di analisi volumetrica.

In particolare saranno fornite nozioni per il corretto uso della vetreria e della strumentazione di laboratorio per eseguire in maniera accurata misurazione di massa e di volume, preparazione di soluzioni a titolo noto, titolazioni volumetriche, misure di pH e potenziometriche in genere.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Durante le lezioni frontali saranno proposti e svolti esercizi numerici relativi agli argomenti trattati.

Inoltre, le esercitazioni di Laboratorio costituiscono una preziosa occasione per gli studenti per mettere alla prova la loro capacità pratica di portare a termine una procedura chimica in maniera precisa ed accurata. Durante tale attività viene valutata la capacità operativa dei singoli studenti ed eventualmente corretti eventuali comportamenti errati.

#### *Comportamenti*

Gli studenti saranno sensibilizzati verso i seguenti argomenti:

- attenzione alle problematiche inerenti la sicurezza in laboratorio;
- organizzazione della propria attività sperimentale per migliorare precisione ed accuratezza dei dati raccolti.

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Durante le sessioni di laboratorio saranno valutati l'impegno e l'attenzione dei singoli studenti verso le attività svolte.



## UNIVERSITÀ DI PISA

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Per una migliore fruizione delle lezioni frontali, lo studente deve essere a conoscenza delle principali proprietà chimiche degli elementi e dei composti organici ed inorganici più semplici nonché delle principali leggi che regolano gli equilibri in soluzione come ad esempio la legge dell'azione di massa, la costante di solubilità, l'equazione di Nerst. Lo studente deve, inoltre essere in grado di bilanciare correttamente reazioni chimiche redox e non. Si raccomanda una sufficiente abilità informatica nell'utilizzo di fogli elettronici o/e programmi di calcolo in genere.

### Indicazioni metodologiche

Durante le lezioni frontali (in presenza oppure on-line) gli argomenti saranno trattati anche mediante l'ausilio di slide.

Le esercitazioni di laboratorio consistono in sei esperimenti, rappresentativi degli argomenti più significativi del corso, della durata di un pomeriggio.

Per chiarimenti sugli argomenti trattati, il docente è a disposizione degli studenti in orario di ricevimento o in appuntamenti concordati di volta in volta con gli interessati.

Qualora studenti stranieri lo desiderassero il docente è disponibile per ricevimenti in lingua inglese.

Non sono previste prove in itinere.

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Definizione di misura ed errore associato alla misura sperimentale. Errori casuali ed errori sistematici. Limite di rilevabilità di una metodologia analitica. Definizione di intervallo di confidenza.

Tecniche per la misurazione della massa. Standard primari per la preparazione di soluzioni a titolo noto.

Metodo per la determinazione dei solidi disciolti in un campione di acqua. Reazioni di precipitazione per l'analisi gravimetrica. Teoria della formazione dei precipitati. Dipendenza della solubilità da pH, eccesso di ioni comuni, agenti complessanti, forza ionica, temperatura. Esempi di precipitazione frazionata e calcolo delle condizioni sperimentali ottimali per la precipitazione.

Reazioni di trasferimento protonico. Acidi deboli e basi coniugate. Calcolo del pH di sistemi di acidi e basi poliprotici in soluzione acquosa per la rappresentazione delle curve di titolazione. Curve di distribuzione delle specie dissociate e non per acidi e basi deboli. Sistemi tampone. Teoria degli indicatori acido/base.

Reazioni di complessazione per l'analisi volumetrica. Leganti polidentati ed effetto della chelazione. L'acido etilendiamminotetracetico. Uso delle costanti di equilibrio individuali, complessive e condizionali per il calcolo del valore di pH e di concentrazioni dei reagenti nelle condizioni ottimali di reazione. Reazioni accoppiate alle reazioni di complessazione e loro influenza di complessanti ausiliari sulle costanti apparenti di complessazione. Titolazioni dirette di ritorno e di spostamento. Determinazione della durezza di un campione di acqua.

Reazioni di trasferimento elettronico. Sistemi redox. Variazione di energia libera e forza elettromotrice. L'equazione di Nerst. Elettrodi indicatori ed elettrodi di riferimento. L'elettrodo di riferimento ad idrogeno Il ponte potenziometrico e strumentazione per la misura di potenziale a corrente zero. Fonti di errore nella misura potenziometrica. Il potenziale di giunto liquido. La pila Daniel. Pile a concentrazione. L'accumulatore al piombo. L'elettrodo a vetro e misura del pH di una soluzione per via potenziometrica. Metodi di taratura dell'elettrodo a vetro. Titolazioni potenziometriche. Costruzione della curva di titolazione per sistemi red/ox. Studio di sistemi red/ox in condizioni di corrente diversa da zero. Diagrammi corrente/tensione per sistemi ideali, non ideali reversibili e non reversibili. Reagenti ossidanti e riducenti per l'analisi volumetrica. Permanganometria, iodimetria e iodometria.

### Bibliografia e materiale didattico

James F. Holler, Stanley R. Crouch, "Fondamenti di chimica analitica", Edises.

Daniel C. Harris, "Chimica analitica quantitativa", Zanichelli.

Hage Carr, "Chimica Analitica ed Analisi Quantitativa", Piccin

Materiale didattico integrativo è reperibile sulla piattaforma Moodle.

### Indicazioni per non frequentanti

La frequenza alle lezioni ed alle esercitazioni di laboratorio è obbligatoria. Inoltre, la frequenza alle lezioni è un requisito necessario per l'ammissione al laboratorio.

### Modalità d'esame

L'esame finale consiste in una prova orale che ha come oggetto uno o più argomenti trattati nella parte teorica del corso. Oltre a dissertazioni su argomenti trattati durante le lezioni frontali, sarà chiesto di descrivere in dettaglio una delle esperienze oggetto dell'attività di laboratorio oppure di risolvere esercizi numerici attinenti agli argomenti trattati.

La prova orale consiste in un colloquio della durata di 45 - 60 minuti tra il candidato e i docenti del corso. La valutazione finale sarà fatta sulla base dei seguenti criteri:

- conoscenza degli argomenti oggetto del corso e competenza nell'utilizzo delle conoscenze acquisite;
- chiarezza, proprietà di linguaggio nell'esposizione e capacità di sintesi;
- comportamenti acquisiti durante le esercitazioni di laboratorio.