



## SCHEMA INSEGNAMENTO

### CHIMICA ANALITICA

Corso di studi di riferimento	Scienze e Tecnologie per l'Ambiente
Dipartimento di riferimento	Scienze e Tecnologie Biologiche e Ambientali
Settore Scientifico Disciplinare	CHIM/01
Crediti Formativi Universitari	6 CFU (4+2)
Ore di attività frontale	52
Ore di studio individuale	98
Anno di corso	Terzo
Semestre	Primo
Lingua di erogazione	Italiano
Percorso	COMUNE

Prerequisiti	<p>Lo studente deve possedere nozioni di base di: chimica, elettricità ed elettromagnetismo, radiazione elettromagnetica, statistica, rappresentazione grafica dei dati sperimentali.</p> <p>Propedeuticità: per sostenere l'esame di Chimica Analitica e Laboratorio d'integrazione lo studente deve aver superato tutti gli esami del primo anno.</p>
Contenuti	<p>Il Processo Analitico. Breve trattazione unificata dei metodi volumetrici. Metodi spettroscopici (spettroscopie uv-vis: molecolari di assorbimento e fluorescenza, atomica). Metodi cromatografici (gascromatografia, cromatografia liquida ad alta efficienza). Cenni di spettrometria di massa. Cenni di tecniche ipenate (GC-MS, LC-MS). Metodi elettroanalitici (potenziometria diretta, fondamenti e selezione di tecniche voltammetriche). Richiami di trattamento statistico dei dati.</p> <p>Esercitazioni.</p>
Obiettivi formativi	<p><b>Conoscenze e comprensione</b></p> <p>L'insegnamento si propone di illustrare i fondamenti del processo analitico con particolare attenzione alla fase di misura del segnale analitico e alla valutazione dell'incertezza del dato analitico. Vengono presentate sia tecniche analitiche classiche sia strumentali (spettroscopiche, cromatografiche, elettrochimiche e di spettrometria di massa). Non è prevista la conoscenza dei principi del campionamento e del trattamento del campione ed è prevista solo una limitata conoscenza dei metodi per la valutazione dell'incertezza dei risultati analitici.</p>



	<p><b>Capacità di applicare conoscenze e comprensione</b></p> <p>Capacità di interloquire in maniera consapevole con il professionista che svolge le analisi chimiche e di comprendere le ragioni alla base della scelta operata delle tecniche analitiche (classiche o strumentali) anche in relazione al rapporto obiettivi di qualità del dato/costi</p> <p><b>Autonomia di giudizio</b></p> <p>Capacità di valutare le tecniche analitiche più idonee a concorrere alla soluzione del problema ambientale che si sta affrontando.</p> <p><b>Abilità comunicative</b></p> <p>Capacità di descrivere i principi delle principali tecniche analitiche sia classiche sia strumentali con alcuni esempi di applicazione ad inquinanti.</p> <p><b>Capacità di apprendimento</b></p> <p>Capacità di comprendere gli aspetti essenziali dei metodi d'analisi, basati sulle tecniche studiate, prescritti da nuove norme di Legge.</p> <p>L'insegnamento si propone anche di contribuire all'acquisizione di competenze trasversali, come la capacità di risolvere problemi e la capacità di analizzare e sintetizzare.</p>
Metodi didattici	<p>La lezione frontale viene tenuta di norma con l'ausilio di presentazioni PowerPoint.</p> <p>Alcune esercitazioni di Chimica Analitica si svolgono per piccoli gruppi.</p>
Modalità d'esame	<p>Esame integrato Chimica Analitica e Laboratorio d'integrazione</p> <p>Per sostenere l'esame integrato lo studente deve aver superato tutti gli esami del primo anno.</p> <p>L'esame, orale, inizia con la discussione delle relazioni scritte del Laboratorio d'integrazione e di quelle relative alle esercitazioni di Chimica Analitica per verificare il raggiungimento dei risultati di apprendimento previsti. Consta poi di due o tre quesiti principali di Chimica</p>



	<p>Analitica, ciascuno dedicato ad una delle principali classi di tecniche della chimica analitica classica e strumentale (tecniche spettroscopiche e di spettrometria di massa, cromatografiche, elettroanalitiche). La votazione è espressa in trentesimi con l'aggiunta eventuale della lode.</p>
Programma esteso	<p>Presentazione della disciplina e del programma. Modalità dell'esame. Il Processo Analitico: campionamento, trattamento, misura del segnale analitico, calcolo del risultato e valutazione dell'incertezza. Analisi qualitativa. Calibrazione e analisi quantitativa. Principali caratteristiche di un metodo analitico. Classificazione delle tecniche analitiche: differenze e ambiti di applicazione.</p> <p>Metodi chimici. Metodi volumetrici: titolazioni. Definizione e individuazione del punto equivalente. Pendenza al p.eq. e accuratezza. Indicatori acido-base. Curva di titolazione. Pendenza al p.eq.: influenza di concentrazione e costante di equilibrio. Titolazione acido forte-base forte monoprotici: curva di titolazione. Scelta indicatore. Classificazione titolazioni. Titolazione acido debole-base forte monoprotici: curva di titolazione. Breve trattazione unificata dei metodi volumetrici: potere tampone e curve di titolazione. Miscele di acidi monoprotici: curve di titolazione e selettività. Titolazione acido poliprotico debole - base forte monoprotica: curve di titolazione e stechiometria ai punti equivalenti.</p> <p>Introduzione ai metodi spettroscopici d'analisi. Richiami di fisica della radiazione elettromagnetica.</p> <p>Spettroscopia molecolare di assorbimento uv-vis. Trasmittanza e Assorbanza. Spettri di assorbimento. Cenni di teoria delle transizioni elettroniche nelle molecole e spettri di assorbimento. Legge di Beer. Misura di T. Deviazioni reali dalla Legge di Beer. Deviazioni apparenti: chimiche e strumentali (radiazione non monocromatica, radiazione parassita). Strumentazione: materiali trasparenti, sorgenti. Selettori di lunghezza d'onda. Filtri ad assorbimento. Filtri ad interferenza. Monocromatori a reticolo: reticolo di diffrazione in riflessione. Rivelatori. Fototubo, tubo fotomoltiplicatore. Richiami di fisica dei semiconduttori. Fotodiodo. Schema a blocchi di strumenti: monoraggio, doppio raggio nello spazio e nel tempo. Rivelatori a serie di diodi e spettrofotometri multicanale. Analisi di miscele: problema della selettività.</p> <p>Metodi di Luminescenza. Meccanismi di rilassamento. Fluorescenza e fosforescenza molecolare.</p> <p>Resa quantica. Relazione struttura - fluorescenza. Schema a blocchi di spettrofluorimetro. Spettri di eccitazione e</p>



spettri di emissione (analisi qualitativa). Fluorescenza: analisi quantitativa. Applicazioni analitiche della fluorescenza molecolare.

Spettroscopia atomica: particolarità nei confronti della spettroscopia molecolare. Classificazione delle tecniche. Spettroscopia atomica di assorbimento: sorgente e sistema di atomizzazione. Allargamento della riga spettrale. Lampada a catodo cavo. Processi che concorrono alla e che competono con l'atomizzazione. Atomizzazione in fiamma. Bruciatore laminare. Atomizzazione elettrotermica. Analisi quantitativa in AAS. Interferenze fisiche, chimiche. Metodo delle aggiunte standard.

Interferenze spettrali: da specie atomiche. Interferenze da specie molecolari: emissione e assorbimento. Radiazione modulata e correttore del fondo a lampada di deuterio. Spettroscopia atomica di emissione. Analisi multielementare. Metodo dello standard interno. ICP-AES. Torcia al plasma. Strumenti sequenziali e simultanei. Comparazione tra i metodi di spettroscopia atomica.

Introduzione generale alla cromatografia. Classificazione dei metodi cromatografici. Teoria generale della cromatografia. Ripartizione tra fase stazionaria e fase mobile. Tempo di ritenzione e tempo morto. Teoria cinetica. Migrazione differenziale. Fattore di capacità e coefficiente di selettività. Allargamento di banda ed efficienza cromatografica. Altezza del piatto teorico  $H$  e numero dei piatti teorici. Equazione di Van Deemter. Significato dei termini dell'equazione di Van Deemter: diffusione longitudinale, eddy diffusion, resistenza al trasferimento di massa. Parametri modificabili di un sistema cromatografico per migliorare  $H$ . Risoluzione cromatografica e contributo di ritenzione, migrazione differenziale ed efficienza cromatografica. Miglioramento della risoluzione. Eluizione a gradiente. Analisi qualitativa e quantitativa mediante cromatografia.

Gaschromatografia. Schema a blocchi di gascromatografo. Colonne impaccate e capillari. Fasi stazionarie silossaniche. Iniettore. FID, TCD, ECD.

HPLC. Tecniche analitiche di cromatografia liquida ed ambito di applicazione. Schema di cromatografo liquido. Valvola d'iniezione. Pompe. Rivelatori: UV-vis a lunghezza d'onda fissa e diode-array, a indice di rifrazione, elettrochimico. Cromatografia di ripartizione a fase inversa legata. Cromatografia in fase inversa a coppia ionica. Cromatografia a scambio ionico. Cromatografia ad esclusione dimensionale.



	<p>Spettrometria di massa. Spettro di massa: ione molecolare e frammentazione. Schema di uno spettrometro di massa. Sistema d'introduzione. Rivelatore. Analizzatori: caratteristiche generali. Analizzatore a settore magnetico e a doppia focalizzazione. Analizzatore a tempo di volo. Analizzatore quadrupolare. Sorgenti a ionizzazione elettronica e chimica. Informazioni analitiche dalla MS. Cenni di GC-MS e LC-ESI-MS. TIC e SIM.</p> <p>Generalità sulle tecniche elettroanalitiche. Tecniche potenziometriche. Potenziale di giunzione liquida. Elettrodi di riferimento. Metodi potenziometrici. Potenziale di giunzione liquida. Elettrodi di riferimento. Elettrodi indicatori. Origine del potenziale. L'elettrodo a vetro. Errore alcalino. Elettrodi ionoselettivi per gli ioni alcalini. Elettrodi a membrana cristallina per il fluoruro. Elettrodi a membrana liquida.</p> <p>Tecniche elettroanalitiche a corrente diversa da zero. Tecniche voltammetriche. Corrente e cinetica elettrochimica. Processi elettrochimicamente reversibili. Tecniche stazionarie e transienti: voltammetria ad elettrodo a disco rotante, voltammetria a scansione lineare ad elettrodo piano in soluzione quiescente. Voltammetria di stripping anodico.</p> <p>Esercitazioni.</p>
Testi di riferimento	<p>Testi consigliati</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-D.C.Harris, "Chimica Analitica Quantitativa", III edizione, Zanichelli, Bologna</li><li>-Skoog, West, Holler, Crouch, "Chimica Analitica Strumentale", prima edizione, EdiSES, Napoli</li><li>-Skoog, West, Holler, Crouch, "Fondamenti di Chimica Analitica", II edizione, EdiSES, Napoli</li><li>-R.Kellner e altri, Chimica Analitica, EdiSES, Napoli</li></ul> <p>Per le esercitazioni si consiglia l'uso degli appunti personali presi in occasione delle presentazioni delle esercitazioni ed eventuale materiale integrativo distribuito a riguardo dal docente.</p>
Altre informazioni utili	