



## SCHEMA INSEGNAMENTO

### CHIMICA ANALITICA E LABORATORIO DI INTEGRAZIONE

#### MODULO I: 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</p>



	<p>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</p>



	<p>raggiungimento dei risultati di apprendimento previsti. Consta poi di due o tre quesiti principali di Chimica 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>



Resa quantica. Relazione struttura - fluorescenza. Schema a blocchi di spettrofluorimetro. Spettri di eccitazione e 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.

Gascromatografia. 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



	<p>ionica. Cromatografia a scambio ionico. Cromatografia ad esclusione dimensionale.</p> <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	



## MODULO II: LABORATORIO D'INTEGRAZIONE

Corso di studi di riferimento	Scienze e Tecnologie per l'Ambiente
Dipartimento di riferimento	Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali
Settore Scientifico Disciplinare	CHIM/01
Crediti Formativi Universitari	3 CFU
Ore di attività frontale	30
Ore di studio individuale	45
Anno di corso	terzo
Semestre	primo
Lingua di erogazione	Italiano
Percorso	comune

Prerequisiti	<b>Propedeuticità:</b> Per sostenere l'esame integrato lo studente deve aver superato "Chimica generale e inorganica", "Fisica", "Istituzioni di matematica" e "Zoologia".
Contenuti	Attività di laboratorio basate su un approccio trasversale che vede l'integrazione delle diverse aree disciplinari, quali l'area Area chimica (chimica analitica), Area ecologica, Area biologica (botanica), Area scienze della terra (geologia, geomorfologia) che concorrono all'offerta formativa complessiva del Corso di Studi.
Obiettivi formativi	<p>L'insegnamento mira a mettere in luce la necessità di un approccio integrato nell'analisi ambientale, allo scopo di evidenziare come la complementarietà tra diverse discipline e competenze sia necessaria per uno studio approfondito e critico della complessità ambientale. I risultati attesi sono conseguiti attraverso forme di didattica che prevedono esercitazioni di laboratorio e in campo aperto, ed elaborazioni numeriche dei dati. L'idoneità è verificata attraverso discussione durante l'esame orale delle relazioni inerenti alle esperienze di laboratorio svolte dallo studente.</p> <p><b>CONOSCENZA E COMPRESIONE:</b> Le conoscenze e competenze che lo studente dovrà maturare devono portare all'acquisizione di capacità critiche nella comprensione della complessità ambientale, attraverso attività formative applicative integrate di ecologia, scienze della terra e della chimica, con particolare riferimento a esercitazioni di laboratorio e su campo e relativa analisi integrata dei dati. Nello specifico tali obiettivi saranno raggiunti attraverso l'integrazione dei seguenti laboratori:</p>



	<ul style="list-style-type: none"><li>- Laboratorio di Chimica analitica,</li><li>- Laboratorio di Botanica</li><li>- Laboratorio di Ecologia</li><li>- Laboratorio di Geofisica</li><li>- Laboratorio di Geomorfologia</li></ul> <p><b>2. CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE</b></p> <p>Lo studente completerà, mediante le esercitazioni di laboratorio integrato relativo alle diverse aree coinvolte, la capacità di applicare le competenze tecnico-operative fornite dal percorso di studio in ambito delle Scienze Ambientali riguardanti il campionamento, monitoraggio e valutazione dei sistemi ecologico-ambientali, gestione e pianificazione ambientale e territoriale, per la conservazione e gestione delle risorse naturali.</p> <p><b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO, ABILITA' COMUNICATIVE E CAPACITA' DI APPRENDIMENTO</b></p> <p>Gli studenti saranno in grado di raccogliere, gestire ed interpretare i dati ambientali ottenuti nell'ambito delle attività di laboratorio ed essere in grado di integrare in autonomia i dati ottenuti.</p> <p>Il confronto tra studenti e docenti sulle attività di laboratorio permetterà anche di accrescere le capacità ed abilità comunicative degli studenti, di come interfacciarsi e dialogare con interlocutori diversi, presentare in modo chiaro le proprie argomentazioni e trovare soluzioni adeguate di natura pratica a problemi attinenti alla complessità dei problemi ambientali.</p> <p>Alla fine del corso, lo studente deve dimostrare un buon livello di autonomia, tale da consentirgli uno studio approfondito e critico della complessità delle problematiche ambientali. Le conoscenze acquisite devono essere tali da orientarlo alla consultazione e all'utilizzo di appropriati strumenti avanzati e da metterlo in condizione di prospettare opportune strategie operative.</p> <p>I risultati attesi saranno conseguiti con lo studio personale guidato, finalizzato all'elaborazione in autonomia delle conoscenze teoriche, pratiche, e tecnico-operative, acquisite durante il percorso formativo.</p>
Metodi didattici	Attività di laboratorio integrato tra le diverse aree disciplinari coinvolte
Modalità d'esame	<b>Modalità di prenotazione dell'esame.</b> Gli studenti possono prenotarsi per l'esame finale



	<p>esclusivamente utilizzando le modalità previste dal sistema VOL.</p> <p><b>Metodi di valutazione.</b> Presentazione e discussione delle relazioni scritte relative alle attività di laboratorio d'integrazione effettuate per verificare il raggiungimento dei risultati di apprendimento nella prova orale prevista dall'insegnamento integrato.</p>
Programma esteso	<p>Casi di studio inerenti rilevanti problematiche ambientali sono analizzati criticamente attraverso attività di laboratorio basate su un approccio trasversale che vede l'integrazione delle diverse aree disciplinari, quali l'area chimica, ecologica, biologica, delle scienze della terra ed economico-giuridica, che concorrono all'offerta formativa complessiva del Corso di Studi. Stesura delle relazioni di laboratorio svolte.</p>
Testi di riferimento:	<p>Slide, lavori pubblicati su riviste scientifiche e report tecnico scientifici forniti dal docente.</p>
Altre informazioni utili	