



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**SCUOLA DI SCIENZE**

**Bollettino Notiziario**

Anno Accademico 2015/2016

**Laurea in Chimica**

---

# Curriculum: Corsi comuni

---

## CHIMICA ANALITICA 2

(Titolare: Prof. PAOLO PASTORE)

**Periodo:** III anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 48A+48L; 10,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

### Prerequisiti :

E' ritenuto di estrema importanza didattica avere acquisito conoscenze significative nel campo della Chimica Generale e Inorganica, Chimica Organica e Chimica Fisica nonché avere superato l'esame di Chimica Analitica I .

### Conoscenze e abilità da acquisire :

Acquisizione dei principi fondamentali delle più importanti tecniche analitiche strumentali e fornire le basi per una corretta utilizzazione della strumentazione e del dato analitico.

Il corso di Chimica Analitica II si propone l'acquisizione da parte dello studente della manualità connessa all'utilizzo delle principali tecniche strumentali di laboratorio per mezzo di determinazioni analitiche di interesse sia teorico che pratico nel campo ambientale alimentare ed industriale. Inoltre vuole fornire una conoscenza di base dei principali metodi statistici per il trattamento dei dati analitici.

### Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

In aula, l'apprendimento viene facilitato per mezzo della visualizzazione degli argomenti trattati mediante l'uso di mezzi informatici adeguati.

In laboratorio l'apprendimento viene facilitato dalla presenza di numerose figure tecnico-professionali a fianco del docente.

### Contenuti :

Metodi di analisi mediante distribuzione tra fasi. Estrazione. Ripartizione di uno o più componenti tra due fasi. Costante di ripartizione, rapporto di distribuzione, frazione estratta. Fattori che governano la distribuzione e l'estrazione. Gas-cromatografia. Teoria dei piatti e dinamica, profilo di distribuzione, altezza equivalente del piatto teorico (HETP). Influenza della velocità dell'eluente e della temperatura sulla separazione. La risoluzione e l'efficienza di una colonna. Analisi qualitativa e quantitativa. Strumentazione. Rivelatori, loro efficienza nella risposta, selettività, condizioni operative. Colonne a riempimento e capillari. Cromatografia su colonna, su carta, TLC, HPLC, Cromatografia HPLC in fase normale ed in fase inversa. Ottimizzazione dell'eluente. Scambio ionico e cromatografia di scambio ionico con soppressione. Caratteristiche di uno scambiatore ionico, selettività. Cromatografia di esclusione dimensionale. Cromatografia con fluidi supercritici. Elettroanalitica. Le reazioni elettrochimiche: trasferimento di carica e di materia, equazione del flusso. Metodi voltammetrici. Metodi polarografici, amperometria, biampereometria. Coulometria. Metodi potenziometrici, ISE. Metodi conduttometrici. Metodi di analisi spettrofotometrici. Generalità sull'interazione radiazione elettromagnetica materia. Analisi spettrofotometrica di assorbimento, UV-VIS, IR. Legge di Lambert-Beer e sue deviazioni. Strumentazione. Titolazioni spettrofotometriche, equilibri. Spettrometria di emissione e di assorbimento atomico. Atomizzatori e sorgenti. Fluorescenza molecolare. Spettrometria di massa. Strumentazione. Produzione degli ioni, loro separazione e raccolta. Strumenti a singolo e doppio fuoco. Strumento a tempo di volo a quadrupolo. Potere risolutivo di uno spettrometro di massa. Accoppiamento gas-cromatografo-SM: Sistemi di introduzione del campione. Metodi di ionizzazione e procedure. Ionizzazione elettronica (EI), ionizzazione chimica (CI), con laser (MALDI).

Trattamento statistico dei dati analitici: a) definizioni di base; b) distribuzione dell'errore e limite di rivelabilità; c) test statistici; d) regressione con il metodo dei minimi quadrati; e) interferenze ed effetto matrice; f) analisi quantitativa tramite retta di taratura (calibrazione esterna), metodo delle aggiunte standard, uso dello standard interno. Le esperienze di laboratorio riguardano le seguenti tecniche: gas-cromatografia, HPLC, cromatografia ionica, spettrofotometria UV-VIS, spettroscopia di assorbimento atomico, potenziometria con ISE.

### Modalità di esame :

L'accertamento finale consiste in una prova orale che includerà un accertamento sulle esperienze di laboratorio.

### Criteri di valutazione :

Il voto finale è espresso in trentesimi ed è superato con un punteggio di almeno 18/30.

### Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

### Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Oltre ai testi consigliati, dispense fornite allo studente, sia per la parte di statistica che per la parte che riguarda le esperienze di Laboratorio.

---

## CHIMICA FISICA 3

(Titolare: Prof.ssa CAMILLA FERRANTE)

**Periodo:** III anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A+10E+72L; 12,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

### Prerequisiti :

Fisica I e Fisica II, Chimica fisica I e Chimica fisica II

### Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso si propone di integrare la preparazione chimico-fisica dello studente per quanto riguarda i principi di spettroscopia. Si fornirà una introduzione teorica sulle principali tecniche spettroscopiche di interesse chimico, corredata da esercitazioni pratiche.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Sono previsti: 5 CFU (40 ore) di lezione frontale, in cui si spiegheranno i modelli molecolari e le tecniche sperimentali che verranno utilizzati in laboratorio, 1 CFU di esercizi (10 ore) utilizzati per applicare i modelli a esempi specifici e 6 CFU di attività di laboratorio (72 ore) dove verranno effettuati gli esperimenti descritti in aula.

**Contenuti :**

Elementi generali di spettroscopia: caratteristiche della radiazione elettromagnetica; interazione radiazione-materia (assorbimento, emissione) e teoria fenomenologica di Einstein. Spettroscopia di assorbimento infrarosso (IR): conoscenza delle basi teoriche della spettroscopia IR, modi normali di vibrazione in molecole poliatomiche e momenti di transizione. Introduzione alle tecniche spettroscopiche in trasformata di Fourier. Spettroscopia di assorbimento nel visibile e ultravioletto (UV-Vis): transizioni tra stati elettronici; cromofori; transizioni vibroniche, progressione di Franck-Condon. Interpretazione di spettri di assorbimento nell'UV-Vis. Spettroscopia di emissione di fluorescenza e fosforescenza: emissione radiativa e destino degli stati eccitati, fluorofori e loro proprietà. Spettri di emissione e di eccitazione di fluorescenza. Spettroscopia di Risonanza Magnetica Nucleare: cenni ai principi e alle proprietà osservabili; rilassamenti magnetici.

Attività di laboratorio: a) Realizzazione di strumentazione ottica e uso di strumentazione spettroscopica avanzata (spettrometro FT-IR, spettrofotometro UV-Vis, fluorimetro, spettrometro NMR); b) Applicazione di tecniche spettroscopiche per la misura di parametri molecolari, di grandezze relative a processi cinetici o di equilibrio attraverso l'elaborazione e l'interpretazione di spettri sperimentali. c) Utilizzo del metodo di calcolo Hückel per lo studio della struttura elettronica e delle transizioni elettroniche di sistemi idrocarburici insaturi.

**Modalità di esame :**

Esame scritto con esercizi inerenti alle spettroscopie ottiche e magnetiche e alle esperienze di laboratorio.

Esame orale per accertare le conoscenze acquisite.

Valutazione delle relazioni sulle esperienze di laboratorio.

**Criteri di valutazione :**

La valutazione dello studente si baserà su:

(i) competenze pratiche acquisite in laboratorio e la capacità di descrivere in maniera chiara e succinta il lavoro svolto nelle relazioni di laboratorio;

(ii) verifica, attraverso l'esame scritto e orale, del grado di comprensione e capacità di elaborazione indipendente degli argomenti svolti a lezione.

**Testi di riferimento :**

P. W. Atkins e Julio de Paula, Chimica Fisica. : Zanichelli,

P. W. Atkins e Julio de Paula, Physical Chemistry. : Oxford University Press,

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Dispense di laboratorio.

Appunti di lezione.

Eventuali approfondimenti:

- P. W. Atkins, R. S. Friedman, Meccanica quantistica molecolare, prima ed. italiana (trad. terza edizione inglese) " Zanichelli.

## CHIMICA INORGANICA 2

(Titolare: Prof. MARCO ZECCA)

**Periodo:** III anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A+10E+48L; 10,00 CFU

**Prerequisiti :**

Chimica Inorganica 1

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Si intende dare una visione completa delle proprietà degli elementi del blocco d (gruppi 3-12) e introdurre alcune basi concettuali per la loro interpretazione. Nella parte di laboratorio gli studenti familiarizzeranno con alcune operazioni e tecniche tipiche del laboratorio inorganico e potranno verificare sperimentalmente alcuni concetti e fenomeni illustrati nella parte teorica. Per quanto riguarda le analisi strumentali il laboratorio prevede la raccolta e interpretazione di spettri FT-IR (medio e basso IR), di spettri elettronici in soluzione (UV-Vis), la caratterizzazione mediante GC-MS e misure di magnetismo di composti dei metalli di transizione.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Il corso consiste in una parte teorica, dedicata ad alcuni argomenti generali e alla chimica descrittiva degli elementi dei gruppi 3-12, e in una parte di laboratorio. La parte teorica sarà sviluppata attraverso lezioni frontali (40 ore, in italiano), anche mediante l'uso di proiezione di diapositive. La parte di laboratorio sarà sviluppata attraverso lezioni frontali introduttive e di commento (10 ore, in italiano), comprendenti anche la formazione specifica sulla sicurezza, e attività pratica svolta dagli studenti (48 ore). Per motivi organizzativi l'attività pratica non sarà svolta individualmente, ma a gruppi di due o tre studenti (a seconda della numerosità degli iscritti). Al termine della pratica di laboratorio ogni studente dovrà redigere due relazioni individuali su altrettanti esperimenti del programma di laboratorio.

**Contenuti :**

Il blocco d e le serie di transizione, configurazioni elettroniche. Struttura dei metalli in stato solido: modello a sfere rigide, reticoli compatti, cenni di teoria delle bande. Proprietà fisiche, chimico-fisiche e chimiche degli elementi del blocco d e loro variazione lungo le serie e nei gruppi.

Tipi di leganti, modi di coordinazione, nomenclatura e scrittura di formule dei complessi. Numeri di coordinazione e geometrie ricorrenti per i numeri di coordinazione da 2 a 6. Il modello di Kepert. Isomeria nei composti di coordinazione.

Teoria del campo cristallino: simmetria degli orbitali d, separazione degli orbitali atomici in campo ottaedrico e tetraedrico, dipendenza della forza del campo cristallino dalla carica dello ione centrale, dal periodo di appartenenza dell'elemento e dalla natura dei leganti (serie spettrochimica). Complessi ad alto spin e a basso spin. L'energia di stabilizzazione del campo cristallino e sua variazione con la configurazione elettronica dello ione metallico. Previsione delle distorsioni tetragonali della struttura ottaedrica, il campo quadrato-planare.

Teoria dell'orbitale molecolare: complessi ottaedrici sigma, complessi pi-greco. Leganti pi-greco-basici e pi-greco-acidi. Interpretazione

della serie spettrochimica e della regola dei 18 elettroni.

• Spettroscopia elettronica dei complessi: spettri elettronici, bande di trasferimento di carica, bande d-d, le regole di selezione, valori tipici di  $\lambda_{\text{max}}$ . Repulsioni elettroniche, termini atomici, regole di Hund, termini spettroscopici per i complessi ad alto spin, diagrammi di Orgel e di Tanabe-Sugano. Il parametro B di Racah, effetto nefelauxettico, la teoria del campo dei leganti.

• Paramagnetismo e diamagnetismo, l'ipotesi di solo spin, suscettività magnetica e sua relazione con il momento magnetico. Ferro- e ferrimagnetismo, antiferromagnetismo.

• Effetto dell'energia di stabilizzazione del campo cristallino su alcune proprietà termodinamiche di composti dei metalli della prima serie di transizione: energie reticolari dei di e trialogenuri, entalpia standard di idratazione degli ioni divalenti, struttura degli spinelli.

• Costanti termodinamiche di formazione parziali e globali dei complessi: l'effetto chelato; la serie di Irving-Williams.

• Reazioni di sostituzione nei complessi ottaedrici: tipi di meccanismo e criteri per individuarli; l'energia di attivazione del campo cristallino e inerzia cinetica.

• Chimica descrittiva degli elementi di transizione: diffusione in natura e metodi di estrazione degli elementi. Comportamento chimico degli elementi della prima serie di transizione e di alcuni della seconda e terza serie di transizione: classi di composti principali (ossidi, alogenuri), chimica acquosa e di coordinazione.

• Laboratorio: Descrizione dei rischi specifici dell'attività sperimentale prevista per il corso, delle relative misure di prevenzione del rischio e delle regole di buona tecnica; test sulla sicurezza; introduzione alle esperienze di laboratorio; discussione dei risultati delle esperienze di laboratorio. Esperimenti: sintesi e purificazione di complessi di metalli di transizione; nitrato di cromo acetilacetato; spettroscopia elettronica e misura di  $\lambda_{\text{max}}$  e B mediante i diagrammi di Tanabe-Sugano; isomeria di legame nei complessi di cobalto(III) e geometrica nei complessi di rame(II); velocità di idrolisi di pentaamminoclorocobalto(III); chimica ossidoriduttiva acquosa del vanadio.

#### **Modalità di esame :**

L'esame si svolge in forma di un unico colloquio orale, che riguarda sia gli argomenti teorici delle lezioni in aula che gli argomenti di laboratorio. Non è consentito sostenere separatamente un colloquio sulla parte teorica e uno sulla parte laboratorio.

Per essere ammessi al colloquio è necessario:

1) aver frequentato tutte le ore di laboratorio e del 75% delle relative lezioni (firme di presenza richieste); la frequenza del laboratorio è consentita solo se si è stati presenti alle lezioni sulla sicurezza si è superato il relativo test.

2) Aver consegnato nei termini e nelle modalità stabilite le relazioni scritte sugli esperimenti di laboratorio.

Se per qualunque motivo i precedenti requisiti non sono raggiunti, il laboratorio andrà frequentato nel successivo anno accademico (non sono previsti turni di recupero).

#### **Criteri di valutazione :**

Il profitto dello studente viene valutato sulla base di due elementi:

le relazioni scritte di laboratorio;

il colloquio orale.

Il colloquio riguarda sia la parte teorica generale (compresa la chimica descrittiva) che quella di laboratorio (completa e non limitata agli esperimenti trattati delle relazioni).

Nel caso in cui si accerti che le relazioni sono state copiate o tradotte, non verranno valutate e il laboratorio dovrà essere nuovamente frequentato l'anno successivo (non sono previsti turni di recupero).

Gli elementi considerati nella valutazione delle relazioni sono i seguenti:

1) rispetto delle linee guida;

2) rispetto dei termini di consegna;

3) capacità di selezionare le informazioni importanti ed essenziali;

4) ordine e coerenza nella trattazione degli argomenti;

5) uso appropriato del linguaggio tecnico, delle grandezze, delle cifre significative, delle unità di misura;

6) proprietà dei concetti teorici utilizzati;

7) capacità di collegamento fra risultati sperimentali e teoria;

8) capacità di elaborazione autonoma rispetto alle indicazioni ricevute dai docenti tramite, lezioni e dispense, e dalla letteratura (libri di testo, pubblicazioni scientifiche e tecniche).

9) proprietà della lingua italiana.

Gli elementi considerati nella valutazione del colloquio orale sono i seguenti:

1) capacità e prontezza di inquadramento degli argomenti in discussione;

2) capacità di sviluppare gli argomenti in discussione in modo autonomo;

3) sicurezza nell'esposizione;

4) livello di dettaglio raggiunto nell'illustrazione degli argomenti in discussione;

5) capacità di collegamento logico fra concetti e argomenti diversi, anche secondo schemi non necessariamente messi in evidenza durante le lezioni;

6) uso di linguaggio appropriato.

#### **Testi di riferimento :**

C.E. Housecroft, A.G. Sharpe, *Inorganic Chemistry*. : Pearson-Prentice Hall,

P. Atkins, T. Overton, J. Rourke, M. Weller, F. Armstrong, *Chimica Inorganica*. : Zanichelli,

N. N. Greenwood, A. Earnshaw, *Chemistry of the Elements*. : Butterworth-Heinemann (Elsevier),

Francesco Neve, *Chimica di coordinazione-Dalla teoria alla pratica*. Padova: Piccin,

#### **Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Diapositive delle lezioni (parte teorica generale, esclusa la chimica descrittiva; in italiano).

Dispense di laboratorio (informazioni sulla sicurezza e procedure sperimentali).

Linee-guida per la redazione delle relazioni di laboratorio.

Il materiale didattico è disponibile nella piattaforma di e-learning del Dipartimento di Scienze Chimiche (richiesta autenticazione con le credenziali di accesso ai servizi on-line dell'Ateneo).

## **CHIMICA ORGANICA 3**

(Titolare: da definire)

**Periodo:** III anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 56A+10E+48L; 12,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

**Prerequisiti :**

Chimica organica 1, Chimica organica 2.

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Il corso completa la preparazione di base in chimica organica ed introduce elementi per la caratterizzazione strutturale di composti organici attraverso analisi spettroscopiche (NMR e massa).

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

6 CFU: Lezioni frontali svolte con l'ausilio della proiezione di diapositive.

1 CFU: Laboratorio: esercitazione di caratterizzazione di un composto incognito mediante separazione cromatografica e acquisizione ed analisi degli spettri <sup>1</sup>H-NMR e di massa.

**Contenuti :**

Parte 1: metodi fisici in chimica organica.

Risonanza Magnetica Nucleare (NMR): cenni su principi e metodi della tecnica. NMR protonico: equivalenza chimica e spostamento chimico; accoppiamento scalare; sistemi di spin; equivalenza magnetica; esercizi di analisi di spettri del primo ordine;

disaccoppiamento. NMR del carbonio-13: analisi di spettri NMR-C-13 ottenuti con disaccoppiamento protonico a banda larga.

Spettrometria di massa (MS): cenni su principi e strumentazione per ionizzazione elettronica; isotopi; frammentazione; ione molecolare e picco base; reazioni di frammentazione caratteristiche delle principali classi di composti organici. Esercizi di analisi di spettri.

Parte 2: chimica organica.

Chimica acido-base dei composti carbonilici; effetti induttivi e di risonanza; tautomeria cheto-enolica; enoli ed enolati; alfa alogenazione di composti carbonilici e reazione aloformica; reazioni di addizione nucleofila di enolati a composti carbonilici e condensazione

(reazione aldolica, reazione di Claisen); sintesi di composti carbonilici alfa,beta-insaturi; addizioni nucleofile 1,2 e 1,4; addizione di Michael; anellazione di Robinson; decarbossilazione. Cenni su composti eterociclici.

**Modalità di esame :**

Esame scritto.

**Criteri di valutazione :**

Conoscenza degli argomenti del corso: livello di comprensione e di approfondimento; chiarezza e proprietà di elaborazione. Capacità di applicare i concetti acquisiti nella risoluzione di problemi.

**Testi di riferimento :**

R. M. Silverstein, F. X. Webster, Identificazione spettroscopica dei composti organici. Milano: Casa Editrice Ambrosiana, 2006

J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, Organic Chemistry. : Oxford University Press, 2000

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Sulla pagina web del docente sarà disponibile tutto il materiale didattico presentato a lezione (teoria ed esercizi).

## PROVA FINALE

---

(Titolare: da definire)

**Periodo:** III anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** ; 5,00 CFU

**Prerequisiti :**

CONTENUTO NON PRESENTE

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

CONTENUTO NON PRESENTE

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

CONTENUTO NON PRESENTE

**Contenuti :**

CONTENUTO NON PRESENTE

**Modalità di esame :**

CONTENUTO NON PRESENTE

**Criteri di valutazione :**

CONTENUTO NON PRESENTE

**Testi di riferimento :**

CONTENUTO NON PRESENTE

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

CONTENUTO NON PRESENTE