



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**SCUOLA DI SCIENZE**

**Bollettino Notiziario**

Anno Accademico 2013/2014

**Laurea in Chimica**

---

# Curriculum: Corsi comuni

---

## CHIMICA ANALITICA 1

(Titolare: Prof. PAOLO PASTORE) - Mutuato da: Laurea in Chimica Industriale

**Periodo:** I anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A+10E+48L; 10,00 CFU

## 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 :

Illustrare i 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, a fianco della razionalizzazione matematica degli equilibri in soluzione e degli argomenti correlati, 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 di ripartizione e di adsorbimento. 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, 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, biamperometria. 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. Metodi termici di analisi. Analisi termica gravimetrica (TGA). Analisi termica differenziale (DTA). Calorimetria differenziale a scansione (DCS). Titolazioni termometriche (TT). 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 un esame scritto ed uno orale. Lo scritto consiste in una sessantina di domande a vero o falso o a risposta multipla. L'orale integra lo scritto e sarà contestuale alla presentazione di brevi relazioni sulle esperienze di laboratorio.

### Criteri di valutazione :

Il voto finale è espresso in trentesimi ed è costituito dalla media delle votazioni delle prove scritte e orali. L'esame viene superato solo se entrambe le prove sono state superate con un punteggio di almeno 18/30.

### Testi di riferimento :

K.A. Rubinson, J.F. Rubinson, Chimica Analitica Strumentale. : Zanichelli, 2002  
R. Cozzi, P. Proti, T. Ruaro, Analisi Chimica Strumentale. : Zanichelli, 1997  
Skoog, Leary, Chimica Analitica Strumentale. : Edises, 1995  
H.A. Strobel and W.R. Heineman, Chemical Instrumentation. : J. Wiley & Sons, 1989  
T. Farrant, Practical Statistics for the Analytical Scientist. A bench Guide.. : Royal Soc. Chem., 1997

**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 BIOLOGICA

(Titolare: Prof.ssa DONATELLA CARBONERA)

**Periodo:** Il anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

**Prerequisiti :**

Oltre a Chimica Organica I e II, sono necessarie conoscenze di base di termodinamica e cinetica.

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Fornire le conoscenze di base sulla struttura e funzione delle molecole coinvolte nei processi chimici degli esseri viventi (in particolare proteine e acidi nucleici); dare le informazioni generali sull'organizzazione delle reazioni metaboliche all'interno della cellula.

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

Lezioni frontali con esercizi in aula su argomenti specifici supportate da utilizzo di slides.

**Contenuti :**

Generalità sull'organizzazione della cellula. Eucarioti e procarioti. Nucleotidi e acidi nucleici. DNA, RNA. Il codice genetico. Proteine. Struttura I, II, III, IV. Proteine globulari e fibrose. Cenni alle tecniche di purificazione di proteine. Motivi che determinano la stabilità della struttura tridimensionale, denaturazione. Esempi di strutture tridimensionali di proteine. Cooperatività e allosteria. Il trasporto dell'ossigeno: mioglobina ed emoglobina; grafico di Hill; modello MWC; motivi strutturali; effetto Bohr; anemia falciforme. Esempi di relazione struttura-funzione: proteasi, anticorpi. Enzimi. Cinetica di Michaelis-Menten; inibitori competitivi e non. Enzimi allosterici: controllo e attivazione. Lipidi. Membrane biologiche. Polisaccaridi. Bioenergetica. Il flusso dell'energia negli organismi viventi; I composti ricchi di energia; il significato energetico dei cicli metabolici; ossidoriduzioni biologiche; la fotosintesi, la fosforilazione ossidativa.

**Modalità di esame :**

L'Esame consisterà in una prova scritta.

**Criteri di valutazione :**

Verranno valutate l'acquisizione delle proprietà generali della chimica biologica e la capacità di applicare ed utilizzare le conoscenze fornite dal corso a soluzioni di problemi specifici

**Testi di riferimento :**

D. Voet, J. G. Voet, C.W. Pratt, *Fondamenti di Biochimica*. : Zanichelli,

L. Streyer, *Biochimica*. : Zanichelli,

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Oltre ai testi suggeriti verranno fornite le slides utilizzate dalla docente nelle lezioni frontali.

## CHIMICA COMPUTAZIONALE

(Titolare: Prof. ANTONINO POLIMENO)

**Periodo:** III anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

**Prerequisiti :**

Nozioni di base dei corsi di chimica del triennio.

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Il corso intende fare conoscere le principali applicazioni della chimica computazionale, attraverso l'impiego guidato di software dedicato, e sviluppare la consapevolezza dei metodi computazionali per la previsione ed interpretazione delle proprietà strutturali e dinamiche delle molecole.

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

Lezioni frontali e brevi esercitazioni/dimostrazioni

**Contenuti :**

Il programma intende presentare agli studenti una panoramica delle soluzioni che il chimico moderno ha a disposizione per risolvere problemi utilizzando strumenti informatici, senza approfondire aspetti teorici, ma invece illustrando l'impiego pratico di software computazionale chimico per lo studio di problematiche generali come:

- calcolo di strutture elettroniche;
- ottimizzazione di geometrie molecolari;
- previsione di grandezze termochimiche, spettroscopiche, strutturali e dinamiche;
- descrizione di proprietà di materiali mediante tecniche integrate.

Sono previsti alcuni brevi cenni ai principi base della chimica quantistica, ma in maniera molto limitata. Il corso è centrato su alcuni esempi tratti dall'esperienza chimica computazionale in ambito chimico-fisico, chimico-inorganico e chimico-organico; all'interno di ciascun insieme di lezione sono collocate varie dimostrazioni e/o esercitazioni da svolgersi nell'aula di informatica e con l'uso delle facilities computazionali del Dipartimento di Scienze Chimiche. Durante il corso potranno infine previsti seminari su invito di docenti italiani e stranieri attivi nell'ambito delle scienze molecolari computazionali.

**Modalità di esame :**

Esame orale, con la possibilità di concordare la discussione di un problema specifico con il docente e di discutere un breve elaborato.

**Criteri di valutazione :**

la valutazione sarà basata sul grado di comprensione delle metodologie computazionali dimostrato dallo/a studente/essa, e sulla

capacità di applicarle a problematiche chimico-fisiche correnti.

**Testi di riferimento :**

CONTENUTO NON PRESENTE

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Dispense ed appunti di lezione

## CHIMICA FISICA 1

(Titolare: Prof. ANTONINO POLIMENO)

**Periodo:** Il anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 52A+35E; 10,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

**Prerequisiti :**

Istituzioni di matematiche. In particolare, è consigliata la conoscenza di elementi del calcolo differenziale.

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Il corso si propone di rendere chiari i principi, i metodi e le applicazioni della termodinamica dei sistemi all'equilibrio, ed i principi di cinetica chimica macroscopica.

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

Lezioni frontali e attività intense di esercitazioni

**Contenuti :**

Grandezze di stato e funzioni di stato.

I Principio della Termodinamica: calore, lavoro, energia interna ed entalpia.

II Principio della Termodinamica: entropia, macchine termiche, energia libera, determinazione dell'entropia assoluta. Grandezze standard e proprietà differenziali delle funzioni di stato termodinamico.

Proprietà termodinamiche di sostanze pure. Equilibri di fase di sostanze pure. Tensione superficiale e fenomeni di nucleazione.

Soluzioni e miscele: grandezze parziali molari e potenziali chimici, equilibri di fase, modelli per le soluzioni.

Soluzioni diluite e proprietà colligative.

Equilibri di reazione: energia libera di reazione e costante di equilibrio.

Soluzioni ioniche, equazione di Debye per i coefficienti di attività.

Celle galvaniche e loro descrizione termodinamica; equazione di Nerst

Descrizione macroscopica della cinetica chimica: velocità di reazione, legge cinetica, ordine di reazione.

- Meccanismi di reazione: processi unimolecolari e bimolecolari, ipotesi dello stato stazionario.

- Equazione di Arrhenius.

- Catalisi e meccanismo di Michaelis-Menten

**Modalità di esame :**

Accertamenti periodici sotto forma di esercizi numerici applicati a sistemi termochimici e quesiti teorici.

**Criteri di valutazione :**

La valutazione sarà basata sul grado di comprensione delle metodologie dimostrate dallo/a studente/essa, e sulla capacità di applicarle a problematiche chimico-fisiche correnti.

**Testi di riferimento :**

P. Atkins, J. De Paula, Physical Chemistry. : Oxford University Press,

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Dispense ed appunti di lezione.

## CHIMICA FISICA 2

(Titolare: Prof. GIORGIO MORO)

**Periodo:** Il anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 64A+30E; 11,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

**Prerequisiti :**

Istituzioni di matematiche, Fisica generale I.

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Conoscenza dei fondamenti e dei metodi della Meccanica Quantistica.

Conoscenza delle proprietà molecolari descritte secondo la Meccanica Quantistica.

Capacità di calcolo di osservabili quantistiche in sistemi modello.

Capacità di interpretazione di osservabili sperimentali in termini di proprietà molecolari.

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

Lezioni d'aula frontali con la presentazione e la discussione dei singoli capitoli del programma dell'insegnamento.

Sessioni di esercitazioni con svolgimento di applicazioni e relativi calcoli numerici.

Test periodici per l'autovalutazione da parte degli studenti del livello di acquisizione della materia del corso.

**Contenuti :**

I METODI DELLA MECCANICA QUANTISTICA: Richiami di meccanica classica; deviazioni dal comportamento classico per i sistemi atomici e molecolari.

Principi di meccanica quantistica: funzione d'onda, operatori, osservabili e valori di attesa di operatori, il principio di indeterminazione di Heisenberg.

L'operatore Hamiltoniano e l'equazione di Schroedinger dipendente dal tempo e stazionaria.

Teoria quantistica del moto traslazionale, rotazionale, vibrazionale e relativi sistemi modello: la particella libera, la particella nella scatola, il rotatore quantistico, l'oscillatore armonico quantistico.

**STRUTTURA E PROPRIETA' DEGLI ATOMI:** Quantizzazione dell'energia e del momento angolare. Orbitali atomici. Struttura dell'atomo di idrogeno e dei sistemi idrogenoidi. Atomi con  $\pi$  di un elettrone. Configurazione elettronica. Lo spin dell'elettrone e dei nuclei. Il principio di esclusione di Pauli e la simmetria della funzione d'onda di molti elettroni. Termini spettroscopici. Regole di selezione per le transizioni elettroniche nei sistemi atomici.

**STRUTTURA E PROPRIETA' DELLE MOLECOLE:** I diversi metodi di trattare il legame chimico: metodo VB e metodo degli orbitali molecolari (MO). Lo ione molecolare  $H_2^+$ . La molecola di idrogeno. Molecole biatomiche. Molecole con  $\pi$  di due atomi. Metodi approssimati di soluzione dell'equazione di Schroedinger. Il metodo variazionale. Il metodo di Hückel. Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo ( $1^{\circ}$  ordine). Il metodo autoconsistente di Hartree-Fock. Operazioni di simmetria molecolare e insiemi di tali operazioni (gruppi).

**INTRODUZIONE ALLA TERMODINAMICA STATISTICA:** Popolazioni termiche degli stati e funzione di partizione. Insieme canonico e grandezze termodinamiche.

**INTRODUZIONE ALLA SPETTROSCOPIA QUANTISTICA:** Le onde elettromagnetiche come fotoni. I fondamenti dell'interazione tra fotoni e materia (atomi e molecole). Cenni alla teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo. Cenni alla spettroscopia IR, alla spettroscopia di assorbimento e di emissione UV-Vis, alle spettroscopie di risonanza magnetica.

#### **Modalità di esame :**

Accertamenti scritti parziali durante lo svolgimento del corso. Accertamento scritto finale (per chi non avesse superato gli accertamenti scritti durante il corso). Esame orale conclusivo.

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

Profondità e coerenza della conoscenza delle metodologie chimico-fisiche per la descrizione delle molecole e delle loro proprietà. Capacità di applicazione dei metodi chimico-fisici a casi specifici.

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

P. W. Atkins, R. S. Friedman, *Meccanica quantistica molecolare*. : Zanichelli,

P. W. Atkins, *Chimica fisica*. : Zanichelli,

Peter Atkins e Julio dePaula, *Physical Chemistry*. : Oxford University Press,

D. A. McQuarrie, J. D. Simon, *Chimica fisica - Un approccio molecolare*. : Zanichelli,

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

Le diapositive utilizzate dal docente durante il corso saranno messe a disposizione in formato elettronico.

## **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 utilizzate 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 :**

Il corso si articola secondo il seguente schema: Elementi generali di spettroscopia: caratteristiche della radiazione elettromagnetica; interazione radiazione-materia (assorbimento, emissione). 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 ultravioletto (UV-Vis): transizioni tra stati elettronici; cromofori; transizioni vibroniche, fattori 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; trasferimento di energia tra cromofori. Spettri di emissione e di eccitazione di fluorescenza. Spettroscopia di Risonanza Magnetica Nucleare: cenni ai principi e alle proprietà osservabili; rilassamenti magnetici.

Introduzione teorica agli esperimenti da svolgersi in laboratorio e alla strumentazione utilizzata. 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 idrocarburi insaturi.

#### **Modalità di esame :**

Esame scritto sulla teoria e sulle esperienze di laboratorio seguito da accertamento orale finale. Valutazione delle relazioni sulle esperienze di laboratorio.

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

La valutazione dello studente si baserà sul comportamento tenuto in laboratorio, la capacità di descrivere in maniera chiara e succinta il lavoro svolto nelle relazioni di laboratorio e nella verifica, attraverso l'esame scritto e orale, del grado di comprensione e capacità di elaborazione indipendente degli argomenti svolti a lezione.

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

Peter Atkins and Julio de Paula, *Physical Chemistry*. : Oxford University Press,

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

**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) â€“ Zanichelli.

---

**CHIMICA FISICA 3 - SDOPPIAMENTO**

(Titolare: Prof.ssa CAMILLA FERRANTE)

**Periodo:** III anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A+10E+72L; 12,00 CFU

**Prerequisiti :**

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

**Conoscenze e abilita' 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 utilizzate 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 :**

Il corso si articola secondo il seguente schema: Elementi generali di spettroscopia: caratteristiche della radiazione elettromagnetica; interazione radiazione-materia (assorbimento, emissione). 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 ultravioletto (UV-Vis): transizioni tra stati elettronici; cromofori; transizioni vibroniche, fattori 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; trasferimento di energia tra cromofori. Spettri di emissione e di eccitazione di fluorescenza. Spettroscopia di Risonanza Magnetica Nucleare: cenni ai principi e alle proprietà osservabili; rilassamenti magnetici.

Introduzione teorica agli esperimenti da svolgersi in laboratorio e alla strumentazione utilizzata. 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 sulla teoria e sulle esperienze di laboratorio seguito da accertamento orale finale. Valutazione delle relazioni sulle esperienze di laboratorio.

**Criteri di valutazione :**

La valutazione dello studente si baserà sul comportamento tenuto in laboratorio, la capacità di descrivere in maniera chiara e succinta il lavoro svolto nelle relazioni di laboratorio e nella 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, *Physical Chemistry*. : Oxford University Press,

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

**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) â€“ Zanichelli.

---

**CHIMICA FISICA 3 - SDOPPIAMENTO**

(Titolare: Prof.ssa CAMILLA FERRANTE)

**Periodo:** III anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A+10E+72L; 12,00 CFU

**Prerequisiti :**

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

**Conoscenze e abilita' 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 utilizzate 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 :**

Il corso si articola secondo il seguente schema: Elementi generali di spettroscopia: caratteristiche della radiazione elettromagnetica; interazione radiazione-materia (assorbimento, emissione). 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 ultravioletto (UV-Vis): transizioni tra stati elettronici; cromofori; transizioni vibroniche, fattori 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; trasferimento di energia tra cromofori. Spettri di emissione e di eccitazione di fluorescenza. Spettroscopia di Risonanza Magnetica Nucleare: cenni ai principi e alle proprietà osservabili; rilassamenti magnetici.

Introduzione teorica agli esperimenti da svolgersi in laboratorio e alla strumentazione utilizzata. 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 sulla teoria e sulle esperienze di laboratorio seguito da accertamento orale finale. Valutazione delle relazioni sulle esperienze di laboratorio.

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

La valutazione dello studente si baserà sul comportamento tenuto in laboratorio, la capacità di descrivere in maniera chiara e succinta il lavoro svolto nelle relazioni di laboratorio e nella 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,  
Peter Atkins and 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 GENERALE E INORGANICA**

(Titolare: Prof. MAURO SAMBI) - Mutuato da: Laurea in Chimica Industriale

**Periodo:** 1 anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 64A+30E+24L; 13,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

#### **Prerequisiti :**

Nessuno

#### **Conoscenze e abilità da acquisire :**

Le lezioni in aula sono intese a fornire una prima alfabetizzazione chimica rigorosa agli studenti che si accingono allo studio della disciplina. La parte di esercitazioni prevede l'acquisizione degli elementi di base della stechiometria, cioè degli aspetti numerici dei più semplici concetti chimici. Le esperienze di laboratorio consentono l'acquisizione di conoscenze relative alle norme di prevenzione e sicurezza nell'uso di sostanze chimiche e alle norme comportamentali e di pronto intervento in caso di incidenti, nonché la familiarizzazione con vetreria ed altre semplici apparecchiature e con le procedure di uso più comune nei laboratori chimici.

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

Lezioni in aula; esercitazioni numeriche in aula; esercitazioni di laboratorio.

#### **Contenuti :**

**LEZIONI IN AULA:** Teoria atomistica. Elementi, numero atomico  $Z$ , numero di massa  $A$ , isotopi. Dimensioni degli atomi, modello nucleare dell'atomo. Nomenclatura, numero di ossidazione, reazioni di ossido/riduzione. Miscele omogenee ed eterogenee. Nomenclatura degli acidi e delle soluzioni di HX. Classificazione delle reazioni (acido-base, precipitazione, ossidoriduzione). Molarità, molalità, soluzioni elettrolitiche. Reazioni acido-base, teoria di Arrhenius, Brønsted, Lewis. Ossidi, anfoteri, reazione di neutralizzazione. Legge del gas ideale/miscele gassose ideali. Legge di van Der Waals. Equivalenza tra calore e lavoro, potenziali termodinamici.  $\Delta G$ ,  $\Delta G^\circ$ , costante di equilibrio. Principio dell'equilibrio mobile, equilibri di dissociazione, grado di dissociazione. Equilibri in soluzione, prodotto ionico dell' $H_2O$ , equilibri acido/base. concetto di pH, pOH. Acidi e basi forti/deboli, grado di dissociazione, soluzioni tampone. Equilibri di solubilità, prodotto di solubilità, criteri per stabilire la solubilità, effetto dello ione comune. Idrolisi dei sali, acidi poliprotici, relazioni tra le costanti di equilibrio e numero di specie in soluzione. Cenni sulle proprietà colligative, pressione osmotica, variazione della tensione di vapore di una soluzione con la concentrazione del soluto,  $T_{cr}/e_b$ . Equilibrio tra le fasi, regola di Gibbs. Diagramma di fase per  $H_2O$  e  $CO_2$ , condizioni critiche e supercritiche. Diagramma di fase per miscele a due componenti, azeotropi di massimo e di minimo, regola della leva. Distillazione, distillazione di miscele a due componenti e di miscele azeotropiche. Cinetica, fattori che influenzano la cinetica di una reazione. Ordine di una reazione, reazioni di ordine zero, reazioni del primo e secondo ordine. Relazione tra tempo di dimezzamento ed ordine della reazione, catalizzatori, avvelenamento di catalizzatori. Complesso attivato. Concetti elementari di elettrochimica, pila Daniel, equazione di Nerst. Pile a concentrazione, funzione del ponte salino in una pila. Costante di equilibrio da dati elettrochimici. Pile ed accumulatori di uso pratico. Atomi e modello di Bohr. Concetti elementari di quantomeccanica. Equazione di Schrödinger. Andamenti lungo la Tabella Periodica. Formule di Lewis, regola dell'ottetto. Valence State Electron Pair Repulsion. Teoria VB dell'Orbitale Molecolare. Ibridizzazione. **ESERCITAZIONI NUMERICHE IN AULA:** prevedono lo svolgimento di esercizi e dimostrazioni relativi agli argomenti trattati nelle lezioni in aula, con le quali sono strettamente coordinate: Unità di massa chimica, numero di Avogadro, mole. Bilanciamento chimico in forma molecolare/ionica. Bilancio massa/carica. Bilanciamento di reazioni non-redox. Bilanciamento di reazioni redox con i metodi dei numeri di ossidazione e delle semireazioni. Concentrazione e diluizione. Analisi volumetrica. Legge di azione di massa. Elettroliti (forti/deboli) e ioni complessi. Acidi e basi forti/deboli. Grado di dissociazione. Idrolisi dei sali. Soluzioni tampone da sali acidi e/o basici. Prodotto di solubilità. Ione comune. Calcolo della f.e.m. di una pila. Relazione tra f.e.m. e costante di equilibrio. Elettrolisi. Leggi di Faraday. **ESERCITAZIONI DI LABORATORIO:** (1) Caratteristiche di Alcuni Processi Chimici e Fisici (reazioni acido/base, salificazione, processi endo/esotermici,  $\Delta H$ ); (2) Esperimenti di Elettrochimica (reazioni redox, pila Daniell); (3) Titolazioni Acido-Base (titolazioni forte/forte e debole/forte); (4) Distillazione di una soluzione acquosa di acido cloridrico; (5) Ciclo del Rame (reazioni redox, acido/base, precipitazione,  $\Delta H$  applicate alla chimica acquosa del rame).

#### **Modalità di esame :**

Relazioni di laboratorio, prova scritta di stechiometria e prova orale.

**Criteri di valutazione :**

L'acquisizione dei contenuti delle esperienze di laboratorio viene valutata sulla base di relazioni scritte compilate rispettando una griglia predeterminata di quesiti. Saranno considerati come criteri di valutazione la correttezza, la completezza, la concisione e la proprietà di espressione nella stesura delle relazioni. La consegna delle relazioni di laboratorio dà accesso alla prova scritta di stechiometria. La correttezza dei risultati numerici, l'esplicitazione dei procedimenti attuati per ottenerli, la coerenza interna tra risultati logicamente interdipendenti e il rigore nell'utilizzo corretto delle unità di misura associate alle grandezze fisiche utilizzate costituiscono elementi di valutazione della prova scritta. Il superamento di questa dà accesso all'esame orale, dove vengono valutate le competenze acquisite dallo studente nella parte teorica del corso. Criteri di valutazione della prova orale sono il rigore quantitativo nelle dimostrazioni, il grado di approfondimento degli argomenti, la capacità di istituire nessi tra aspetti diversi di un fenomeno chimico.

**Testi di riferimento :**

D. W. Oxtoby, H. P. Gillis, A. Campion, *Principles of Modern Chemistry*. : Ed. Brooks/Cole, Cengage Learning,

S. S. Zumdahl, *Chemical Principles*. : Ed. Brooks/Cole, Cengage Learning,

P. Michelin Lausarot , G. A. Vaglio, *Fondamenti di stechiometria*. : Piccin,

P. Ferri, *Calcoli stechiometrici*. : ETS,

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Appunti di lezione, materiale scaricabile dal sito web dei docenti.

## CHIMICA INORGANICA 1

(Titolare: Prof. MARINO BASATO)

**Periodo:** Il anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 56A+10E+24L; 10,00 CFU

**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

**Prerequisiti :**

Conoscenze di chimica generale.

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Si intende dare una visione completa delle proprietà degli elementi e dei loro composti principali. Accanto agli aspetti sintetici saranno illustrati gli aspetti più significativi della loro reattività in soluzione.

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

Il corso prevede 56 ore di aula i cui contenuti saranno illustrati prevalentemente con schemi alla lavagna, supportati da diapositive.

I ritmi della lezione sono pensati in modo da garantire agli studenti una comprensione diretta degli argomenti trattati e la stesura di appunti dettagliati.

Nelle 10 ore di esercitazione verranno ripresi e approfonditi alcuni aspetti delle lezioni di aula e verranno illustrate e discusse le esperienze da effettuare in laboratorio.

La parte di laboratorio prevede di effettuare esperienze di sintesi in gruppi da 2-3 persone.

**Contenuti :**

LEZIONI IN AULA Fondamenti di Chimica Inorganica Livelli energetici in atomi mono- e plurieltronici. Effetto di schermo e regole di Slater. Ordine di riempimento degli orbitali atomici e costruzione della Tavola periodica. Elementi dei blocchi s, p, d ed f. Breve introduzione ai concetti riguardanti: Il legame chimico. Il legame ionico nelle molecole e nei cristalli. Il legame covalente secondo i metodi del legame di valenza e dell'orbitale molecolare. Le molecole biatomiche omo- ed eteronucleari. Molecole poliatomiche: relazioni tra geometria e struttura elettronica. Chimica degli elementi di non transizione: gruppi 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17, 18. Per ogni gruppo e periodo saranno ripresi ed approfonditi i concetti già illustrati nel corso di Chimica Generale ed Inorganica con particolare riguardo a: proprietà periodiche degli elementi e dei loro acquioni, variazioni di proprietà all'interno di un gruppo, sintesi e reattività degli elementi e dei composti più comuni (come, ad es., idruri, ossidi, alogenuri, ossiacidi, composti metallorganici). Lo stato fisico dell'elemento, le caratteristiche acide o basiche dei suoi composti, le variazioni di caratteristiche in funzione del numero di ossidazione formale dell'atomo centrale saranno spiegate sulla base di semplici modelli che tengono conto della rapporto carica /raggio dell'elemento stesso. Per i composti dell'idrogeno, dell'ossigeno e degli alogeni dopo una descrizione delle loro proprietà all'interno di un gruppo saranno ricomprese relazioni trasversali gruppo/periodo. LEZIONI IN LABORATORIO Le esercitazioni in aula illustreranno le tecniche più usate in un Laboratorio di Chimica Inorganica e daranno una descrizione dettagliata delle Esperienze di Laboratorio. Le Esperienze di Laboratorio intendono verificare sperimentalmente alcuni concetti e fenomeni illustrati nelle lezioni d'aula e verteranno su classiche reazioni quali: dissoluzione e precipitazione di composti poco solubili (sali, ossidi, idrossidi); ossido-riduzioni (attacco acido o basico su metalli), formazione di complessi.

**Modalità di esame :**

Verranno effettuate due prove parziali scritte durante il corso; gli studenti che superano entrambe le prove potranno sostenere un esame orale relativo solo alla parte di laboratorio.

In alternativa gli studenti dovranno superare un esame orale relativo ai contenuti del corso d'aula e del laboratorio.

In tutti i casi la valutazione finale terrà conto anche delle relazioni di laboratorio.

**Criteri di valutazione :**

Le relazioni di laboratorio verranno valutate tenendo in considerazione i seguenti criteri di massima:

capacità di organizzare e discutere le informazioni;

proprietà di linguaggio;

capacità di collegamento fra risultati sperimentali e nozioni teoriche.

L'esame orale sarà valutato secondo i seguenti criteri:

aderenza delle risposte alle domande proposte;

esatta distinzione tra quadro generale e nozioni di dettaglio;

proprietà e sicurezza di linguaggio;

capacità e prontezza nella scrittura delle equazioni chimiche;

collegamento fra caratteristiche discusse e posizione dell'elemento nella tavola periodica.



**Testi di riferimento :**

P. Atkins, T. Overton, J. Rourke, M. Weller, F. Armstrong, *Chimica inorganica*. : Zanichelli,  
J.D. Lee, *Chimica inorganica*. : Piccin,  
C.E. Housecroft, A.G. Sharpe, *Inorganic Chemistry*. : Pearson-Prentice Hall,

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Appunti di lezione  
Diapositive di lezione  
Dispense di laboratorio

## 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  $\lambda_{max}$ . 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 trihalogenuri, 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; nitratura di cromo acetilacetato; spettroscopia elettronica e misura di  $\lambda_{max}$  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:

- aver frequentato non meno del 75% delle 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 se è superato il relativo test; se per qualunque motivo i precedenti requisiti non sono raggiunti, il laboratorio andrà frequentato nel successivo anno accademico.
- Aver consegnato nei termini e nelle modalità stabilite le relazioni scritte sugli esperimenti di laboratorio.
- Aver conseguito una valutazione almeno sufficiente nelle relazioni di laboratorio.

**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).

In caso di relazioni valutate gravemente insufficienti può essere richiesto di scriverne di nuove o, nei casi più critici, la ripetizione del corso di laboratorio.

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),

**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 "disponibile on-line"

## CHIMICA INORGANICA PER LE TECNOLOGIE AVANZATE

(Titolare: Prof. VITO DI NOTO)

**Periodo:** III anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

**Prerequisiti :**

Istituzioni di Matematiche, Fisica, Principi di Chimica Generale ed Inorganica.

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

La Chimica Inorganica costituisce uno dei più importanti settori dell'economia mondiale. Da un lato essa permette di ottenere un gran numero di prodotti finiti di cui se ne citano alcuni: concimi minerali, materiali da costruzione, vetri, smalti e pigmenti, chips per la microelettronica, videocassette, fibre ottiche, etc.; dall'altro rende disponibili per la Chimica prodotti base come acidi minerali, basi, composti ossidanti ed alogeni, etc. Questo corso si prefigge di trattare i processi di produzione, l'importanza economica e l'applicazione dei prodotti. Riguardo alla produzione, vengono evidenziati nel modo più ampio possibile i vantaggi e gli svantaggi dei singoli processi. I processi che non sono più in attività sono menzionati soltanto brevemente. Si entra nel merito delle proprietà dei prodotti solo in quanto esse assumono importanza per la preparazione o per l'utilizzazione. La seconda parte del corso introduce i concetti di base per lo studio della risposta elettrica e meccanica dei materiali inorganici.

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

lezione

**Contenuti :**

I. Chimica Inorganica: Sintesi di materiali e precursori. Silicio: Applicazioni, composti inorganici, importanza economica, informazioni generali. Silicio di grado metallurgico (MG). Ferrosilicio. Silicio di grado elettronico. Derivati inorganici del silicio (proprietà, usi, procedimenti di ottenimento ed aspetti economici): silani, carburo di silicio, nitruri di silicio, siliciuri alogenuri del silicio, esteri dell'acido silicico.

Siliconi: Struttura e proprietà, importanza economica, produzione dei siliconi. Sintesi dei materiali di partenza, (clorometilsilani, clorofenile clorometilfenilsilani, altri silani di importanza industriale). Poli(organosilossani) lineari, sintesi dei precursori oligomeric, sintesi di poli(dimetilsilossani) lineari ad elevato peso molecolare, produzione di poli(organosilossani) ramificati, prodotti industriali a base di silicene. Oli siliconici, prodotti derivati dagli oli siliconici. Gomme siliconiche, gomme vulcanizzabili a temperatura ambiente, a caldo e reticolate con perossidi, gomme siliconiche vulcanizzabili a caldo reticolabili per addizione, gomme liquide vulcanizzabili a caldo, proprietà. Resine siliconiche, copolimeri siliconici, copolimeri a blocchi e copolimeri a innesto.

Prodotti a base di silicato: Vetro, informazioni generali, composizione e produzione del vetro, materie prime. Processo di fusione, forni e formatura. Proprietà ed applicazioni del vetro. Processo sol-gel. Silicati alcalini, produzione. Applicazioni.

Zeoliti: Importanza economica, tipi di zeoliti, zeoliti naturali, produzione di zeoliti sintetiche da materie prime naturali e sintetiche, produzione per scambio di cationi da zeoliti sintetiche, pelletizzazione, disidratazione. Applicazioni.

Fibre inorganiche: Informazioni generali. Fibre sintetiche. Fibre di vetro tessili, informazioni generali, importanza economica, classificazione delle fibre di vetro tessili, produzione, applicazioni. Fibre ottiche, produzioni, aspetti economici, usi. Materiali isolanti a

base di fibre minerali, informazioni generali ed importanza economica, produzione, applicazioni. Fibre di carbonio, propriet  , produzione ed applicazioni. Fibre di ossido di alluminio. Fibre di boro. Fibre di carburo di silicio e fibre di carbonio ricoperte di carburo di silicio. Fibre metalliche.

Ceramiche: Informazioni generali, classificazioni. Processi di produzione. Ceramiche a base di silicati. Ceramiche refrattarie. Prodotti di ceramica ossidica. Ceramiche non ossidiche.

Aria e derivati: propriet  dell'aria, condensazione dell'aria, frazionamento dell'aria liquida, considerazioni teoriche e processi fondamenti di impianti di frazionamento, ottenimento di altri gas, impieghi.

Derivati del cloruro di sodio. Fosforo: Composti inorganici, materie prime, prodotti, acido fosforico, sali dell'acido fosforico, fosforo, prodotti derivati dal fosforo. Composti organici del fosforo.

Parte II. Studio degli effetti elettrici ed anelastici nei materiali inorganici mediante spettroscopie elettriche a banda larga (10-3 Hz-100 GHz) e meccaniche. Teoria del modulo limite e della costante dielettrica statica. Teorie fenomenologiche del processo di rilassamento elettrico e meccanico. Teorie e metodi interpretativi dei fenomeni di rilassamento molecolari. Metodi spettroscopici sperimentali: meccanici; e elettrici a larga banda in trasmissione e riflessione. Esempi rappresentativi di studi effettuati su classi di materiali inorganici innovativi.

**Modalit  di esame :**

Esame Orale

**Testi di riferimento :**

CONTENUTO NON PRESENTE

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Appunti di lezione

Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Release 2009, 7th Edition

## CHIMICA MACROMOLECOLARE

(Titolare: Prof. ANTONIO MARIGO)

**Periodo:** III anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00 CFU

**Prerequisiti :**

Preparazione di base di Chimica Organica.

**Conoscenze e abilit  da acquisire :**

Chimica e caratterizzazione dei polimeri.

**Attivit  di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Lezioni frontali

**Contenuti :**

Generalit  sui materiali polimerici: classificazione di omopolimeri e copolimeri.

Costituzione, conformazione e configurazione delle macromolecole.

Meccanismi di polimerizzazione.

Processi di polimerizzazione.

Termodinamica e cinetica di polimerizzazione.

Cinetica di copolimerizzazione.

Definizione dei pesi molecolari medi, della distribuzione dei pesi molecolari e descrizione dei metodi per la loro determinazione.

Transizione vetrosa.

Cristallizzazione dei polimeri e metodi per la determinazione del grado di cristallinit  .

Metodi di trasformazione dei materiali polimerici.

Additivi.

Fibre artificiali e sintetiche.

Elastomeri naturali e sintetici.

**Modalit  di esame :**

Orale

**Criteri di valutazione :**

Gli studenti dovranno dimostrare di avere acquisito le conoscenze relative ai contenuti dell'insegnamento e la capacit  di discutere gli argomenti proposti durante l'esame

**Testi di riferimento :**

A.I.M., Fondamenti di Scienza dei Polimeri. : Pacini Editore,

P.C. Painter, M.M.Coleman, Fundamentals of Polymer Science. : CRC Press,

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Il docente fornir  agli studenti i files e le dispense relativi a tutte le lezioni dell'insegnamento

## CHIMICA ORGANICA 1

(Titolare: Prof. MICHELE MAGGINI) - Mutuato da: Laurea in Chimica Industriale

**Periodo:** I anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 72A+10E; 10,00 CFU

**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

**Prerequisiti :**

Conoscenza della Tavola Periodica degli Elementi e del suo significato; conoscenza delle motivazioni termodinamiche e cinetiche che stanno alla base del perch  e del come avviene una reazione chimica - Chimica Generale e Inorganica

**Conoscenze e abilit  da acquisire :**

Al termine del corso gli studenti dovranno:

(1) aver compreso gli aspetti generali pi<sup>1</sup> importanti che sono alla base della chimica dei composti organici (atomi che interessano la chimica organica e loro struttura elettronica, legami e struttura delle molecole, nomenclatura, interazioni acido-base, interazioni nucleofilo-elettrofilo, concetti di base che riguardano i meccanismi delle reazioni organiche, stereochimica)

(2) aver capito i principi che governano la reattivit<sup>1</sup> delle pi<sup>1</sup> comuni classi di composti organici monofunzionali con esempi tratti da strutture molecolari di interesse per la chimica medicinale e per la scienza dei materiali.

**Attivit<sup>1</sup> di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Il corso prevede lezioni frontali ed esercitazioni in aula. Le lezioni saranno svolte utilizzando la lavagna e attraverso l'impiego di slides per la schematizzazione dei contenuti e la discussione dei concetti che richiedono la rappresentazione degli orbitali molecolari o della struttura 3D delle molecole. Saranno inoltre svolti esercizi in aula a gruppi con correzione alla lavagna e simulazioni in classe del compito finale.

**Contenuti :**

La chimica organica oggi. Il carbonio: struttura elettronica, forme allotropiche (grafite, diamante, fullerene) e altre nanostrutture (nanotubi di carbonio, grafene). Richiami al legame covalente (introduzione alla teoria degli orbitali molecolari, ibridizzazione degli orbitali atomici del carbonio: sp<sup>3</sup>, sp<sup>2</sup>, sp; lunghezza e forza di legame). Acidit<sup>1</sup>, basicit<sup>1</sup> e pK<sub>a</sub>. Le strutture organiche e i gruppi funzionali (nomenclatura, propriet<sup>1</sup> fisiche, rappresentazione strutturale, analisi conformazionale). Alcheni e alchini (struttura, propriet<sup>1</sup> e reattivit<sup>1</sup>). Introduzione alla stereochimica organica, la stereochimica delle reazioni di addizione. Delocalizzazione elettronica e orbitali molecolari (effetto sulla stabilit<sup>1</sup>, reattivit<sup>1</sup> e pK<sub>a</sub> delle molecole organiche). Reazioni di sostituzione e di eliminazione degli alogenuri alchilici (reazioni di alcoli, eteri, epossidi, ammine e composti solforati). Composti organometallici (Grignard, litiorganici). Reazioni di Suzuki e di Heck. Esempi di reazioni radicaliche.

**Modalit<sup>1</sup> di esame :**

L<sup>1</sup>esame di chimica organica 1 consiste in una prova scritta costituita da 30 domande a scelta multipla e 5 domande cosiddette "aperte". Il voto finale del compito scritto sar<sup>1</sup> valido per UN ANNO.

**Criteri di valutazione :**

La valutazione della preparazione dello studente si baser<sup>1</sup> sulla comprensione degli argomenti svolti, sull'acquisizione dei concetti proposti e sulla capacit<sup>1</sup> di applicarli alla sintesi di strutture molecolari organiche monofunzionali.

**Testi di riferimento :**

P. Yurkanis Bruice, Chimica Organica. Napoli: Edises srl Napoli, 2012

Clayden, Greeves, Warren, Organic Chemistry. Oxford: Oxford University Press, 2012

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Saranno rese disponibili agli studenti, per alcuni argomenti selezionati, le slides prima del corso. Esse saranno prive degli elementi essenziali per le reazioni e i meccanismi considerati (ad esempio frecce curve, reagenti, prodotti) che saranno aggiunti a lezione dallo studente nel corso della spiegazione.

## CHIMICA ORGANICA 2

(Titolare: Prof. CRISTIANO ZONTA)

**Periodo:** Il anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A+10E+60L; 11,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

**Prerequisiti :**

Conoscenza dei fondamenti forniti dal corso di Chimica Organica I

**Conoscenze e abilit<sup>1</sup> da acquisire :**

Completamento della preparazione di base fornita dal corso di Chimica Organica I circa le caratteristiche e le propriet<sup>1</sup> dei composti organici monofunzionali. Le conoscenze vengono acquisite attraverso lo studio delle principali classi di reazioni dei composti organici. Saranno anche fornite nozioni di base su alcune molecole organiche polifunzionali (amminoacidi e carboidrati), utili per affrontare lo studio della Chimica Biologica (II semestre).

**Attivit<sup>1</sup> di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Sono previste lezioni frontali per 40 ore e 60 ore di esercitazioni di laboratorio. Nelle lezioni in aula si privileger<sup>1</sup> l'uso della lavagna. Saranno comunque forniti agli studenti tutti i file elettronici proiettati durante le lezioni.

**Contenuti :**

I CFU - Aromaticit<sup>1</sup>, sostituzioni elettrofile aromatiche, effetti di attivazione e orientamento.

II CFU - Reazioni di sostituzione nucleofila aromatica. Reazioni degli acidi carbossilici.

III CFU - Derivati degli acidi carbossilici e loro reazioni. Reattivit<sup>1</sup> di aldeidi e chetoni.

IV CFU - La chimica organica di carboidrati e lipidi.

V CFU - La chimica organica di amminoacidi, peptidi e proteine. La chimica degli acidi nucleici.

Laboratorio di chimica organica.

- Norme di sicurezza nei laboratori chimici e uso di apparecchiature di laboratorio.

- Sintesi di composti organici.

- Tecniche separative e di caratterizzazione: cristallizzazione e determinazione del punto di fusione; tecniche di estrazione di composti organici, estrazione di sostanze acide e basiche; separazioni cromatografiche; scelta dell'eluente, cromatografia su strato sottile e su colonna.

Verranno inoltre svolte esercitazioni teoriche in supporto al corso di chimica organica 2

**Modalit<sup>1</sup> di esame :**

Durante lo svolgimento del corso sono effettuati accertamenti periodici mediante compiti scritti con domande a scelta multipla e a risposta aperta, che riguardano anche quanto svolto nel corso parallelo di laboratorio. In carenza, o insufficienza, degli accertamenti periodici "è" previsto un esame finale in forma orale.

**Criteri di valutazione :**

Sar<sup>1</sup> valutata la capacit<sup>1</sup> di riconoscere e distinguere le diverse classi di composti organici e di derivarne le propriet<sup>1</sup> chimico-fisiche analizzando la loro struttura chimica.

**Testi di riferimento :**

J. McMurry, *Chimica Organica*. : Piccin,  
P. Y. Bruice, *Chimica Organica*. : EdiSES,

## CHIMICA ORGANICA 3

(Titolare: Prof. ALESSANDRO BAGNO)

**Periodo:** III anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 64A+10E+48L; 13,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

**Prerequisiti :**

Chimica Organica 1 e 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, IR, MS).

Ampliamento delle competenze ed abilità pratiche nella sintesi organica e, soprattutto, l'introduzione all'esecuzione e all'interpretazione di spettri <sup>1</sup>H-NMR, IR e di massa di composti organici.

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

Lezioni frontali svolte con l'ausilio della proiezione di diapositive. Esperienze in laboratorio.

**Contenuti :**

Metodi fisici in chimica organica (a) Risonanza Magnetica Nucleare: Cenni sui principi, sulla strumentazione e sulle procedure sperimentali. Spostamento chimico. Anisotropia magnetica. Accoppiamento scalare. Sistemi di spin. Disaccoppiamento. Equivalenza chimica ed equivalenza magnetica. Analisi di spettri. NMR dinamico. NMR di <sup>13</sup>C. Spettrometria di massa: Principi e cenni sulla strumentazione. Metodi di ionizzazione e analizzatori. Spettri di massa. Ione molecolare e frammenti. Spettri a bassa ed alta risoluzione. Analisi di spettri. Spettroscopia IR: Cenni di teoria. Bande IR per i principali gruppi funzionali. (b) Chimica organica: Chimica acido-base dei composti carbonilici: Effetti induttivi e di risonanza. Tautomeria cheto-enolica. Enoli ed enolati. Regiochimica. Alfa-alogenazione di composti carbonilici. Alchilazione degli enolati. Composti con metileni attivati, decarbossilazione.

Reazione di addizione nucleofila di enolati a composti carbonilici: Condensazione aldolica, condensazione di Claisen, ciclizzazione di Dieckmann.

Addizione nucleofila a composti carbonilici alfa,beta-insaturi: Sintesi di composti carbonilici alfa,beta-insaturi. Addizioni 1,2 e 1,4.

Addizione di Michael, polimerizzazioni anioniche, anellazione di Robinson, reagenti organocuprati, addizioni tandem, riduzioni con idruri. Composti eterociclici e loro derivati: Nomenclatura. Principali composti eterociclici con uno e con due eteroatomi: pirrolo, furano, tiofene, diazoli, piridina, diazine, chinolina e isochinolina, indolo.

Laboratorio: Il corso Ã" strettamente coordinato con la parte teorica e consiste di alcune esperienze di sintesi organica e caratterizzazione dei prodotti attraverso l'analisi spettroscopica (<sup>1</sup>H-NMR e IR, GC-MS).

**Modalità di esame :**

Il test prevede sia domande a risposta aperta che a risposta multipla. Ã" richiesta la presentazione di relazioni scritte sulle esperienze di laboratorio svolte.

**Criteri di valutazione :**

L'esame per il corso d'aula e di laboratorio Ã" congiunto e dÃ" luogo ad un unico voto.

La valutazione tiene conto dell'effettiva capacitÃ" dello studente nell'utilizzare le nozioni di reattivitÃ" organica e nell'identificare semplici composti organici incogniti.

**Testi di riferimento :**

R. M. Silverstein, F. X. Webster, *Identificazione spettroscopica dei composti organici*. : ,  
J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, *Organic Chemistry*. : ,  
Bruice, *Chimica Organica*. : ,

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Materiale fornito a lezione.

## CHIMICA ORGANICA 3 - SDOPPIAMENTO

(Titolare: Prof. ALESSANDRO BAGNO)

**Periodo:** III anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 64A+10E+48L; 13,00 CFU

**Prerequisiti :**

Chimica Organica 1 e 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, IR, MS).

Ampliamento delle competenze ed abilità pratiche nella sintesi organica e, soprattutto, l'introduzione all'esecuzione e all'interpretazione di spettri <sup>1</sup>H-NMR, IR e di massa di composti organici.

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

Lezioni frontali svolte con l'ausilio della proiezione di diapositive. Esperienze in laboratorio.

**Contenuti :**

Metodi fisici in chimica organica (a) Risonanza Magnetica Nucleare: Cenni sui principi, sulla strumentazione e sulle procedure sperimentali. Spostamento chimico. Anisotropia magnetica. Accoppiamento scalare. Sistemi di spin. Disaccoppiamento. Equivalenza

chimica ed equivalenza magnetica. Analisi di spettri. NMR dinamico. NMR di  $^{13}\text{C}$ . Spettrometria di massa: Principi e cenni sulla strumentazione. Metodi di ionizzazione e analizzatori. Spettri di massa. Ione molecolare e frammenti. Spettri a bassa ed alta risoluzione. Analisi di spettri. Spettroscopia IR: Cenni di teoria. Bande IR per i principali gruppi funzionali. (b) Chimica organica: Chimica acido-base dei composti carbonilici: Effetti induttivi e di risonanza. Tautomeria cheto-enolica. Enoli ed enolati. Regiochimica. Alfa-alogenazione di composti carbonilici. Alchilazione degli enolati. Composti con metileni attivati, decarbossilazione.

Reazione di addizione nucleofila di enolati a composti carbonilici: Condensazione aldolica, condensazione di Claisen, ciclizzazione di Dieckmann.

Addizione nucleofila a composti carbonilici alfa,beta-insaturi: Sintesi di composti carbonilici alfa,beta-insaturi. Addizioni 1,2 e 1,4. Addizione di Michael, polimerizzazioni anioniche, anellazione di Robinson, reagenti organocuprati, addizioni tandem, riduzioni con idruri. Composti eterociclici e loro derivati: Nomenclatura. Principali composti eterociclici con uno e con due eteroatomi: pirrolo, furano, tiofene, diazoli, piridina, diazine, chinolina e isochinolina, indolo.

Laboratorio: Il corso  $\tilde{\text{A}}$  strettamente coordinato con la parte teorica e consiste di alcune esperienze di sintesi organica e caratterizzazione dei prodotti attraverso lâ€™ $^{\text{TM}}$ analisi spettroscopica ( $^1\text{H-NMR}$  e IR, GC-MS).

**Modalita' di esame :**

Il test prevede sia domande a risposta aperta che a risposta multipla.  $\tilde{\text{A}}$  richiesta la presentazione di relazioni scritte sulle esperienze di laboratorio svolte.

**Criteri di valutazione :**

L'esame per il corso d'aula e di laboratorio  $\tilde{\text{A}}$  congiunto e d $\tilde{\text{A}}$  luogo ad un unico voto.

La valutazione tiene conto dell'effettiva capacit $\tilde{\text{A}}$  dello studente nell'utilizzare le nozioni di reattivit $\tilde{\text{A}}$  organica e nell'identificare semplici composti organici incogniti.

**Testi di riferimento :**

R. M. Silverstein, F. X. Webster, Identificazione spettroscopica dei composti organici. : ,

J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, Organic Chemistry. : ,

Bruice, Chimica Organica. : ,

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Materiale fornito a lezione.

## CRISTALLOCHIMICA

(Titolare: Prof.ssa ALBERTA SILVESTRI)

**Periodo:** III anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 32A+24E; 6,00 CFU

**Prerequisiti :**

Nozioni apprese dai corsi di Matematica, Chimica generale e inorganica e Fisica.

**Conoscenze e abilita' da acquisire :**

Il corso intende fornire agli studenti del Corso di laurea in Chimica le nozioni basilari per la comprensione delle propriet $\tilde{\text{A}}$  geometrico-strutturali e chimico-fisiche che interessano i materiali cristallini naturali o di sintesi, nonch $\tilde{\text{A}}$  un $\tilde{\text{A}}$   $^{\text{TM}}$  introduzione alle principali tecniche di caratterizzazione dei materiali stessi. Il corso verr $\tilde{\text{A}}$  integrato anche da nozioni di Mineralogia applicata per fornire un $\tilde{\text{A}}$   $^{\text{TM}}$  introduzione ai molteplici campi applicativi della mineralogia moderna.

**Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Lezioni frontali ed esercitazioni di cristallografia morfologica, diffrazione X, calcolo di formule cristallografiche e riconoscimento macroscopico dei minerali. Sono inoltre previste visite ai laboratori di diffrazione X, spettrometria X e microscopia elettronica a scansione del Dipartimento di Geoscienze.

**Contenuti :**

- 1) Cristallografia morfologica e strutturale: reticolo cristallino, cella elementare, simmetria puntuale, sistemi cristallini e classi di simmetria, reticoli di Bravais, elementi di simmetria con componente traslazionale, i gruppi spaziali.
- 2) Cristallografia: composizione della litosfera e abbondanza degli elementi; tipi di legame nelle strutture cristalline; isomorfismo e soluzioni solide, i gruppi isomorfogeni, poliedri e numeri di coordinazione; i vari tipi di polimorfismo, politipismo; pseudomorfosi e paramorfosi; le propriet $\tilde{\text{A}}$  fisiche dei minerali e relazioni con la cristallografia. Esempi di strutture cristalline.
- 3) Principi generali di mineralogia sistematica: generalit $\tilde{\text{A}}$ , composizione, struttura e caratteristiche fisiche dei pi $\tilde{\text{A}}$ <sup>1</sup> comuni minerali delle seguenti classi: elementi nativi, solfuri, alogenuri, ossidi e idrossidi, carbonati, solfati, fosfati, silicati.
- 4) Teoria della diffrazione dei raggi X da parte dei cristalli: generalit $\tilde{\text{A}}$  sulle radiazioni X; interazioni tra radiazioni e cristallo; equazioni di Laue e di Bragg, reticolo reciproco, forma del reticolo reciproco e sue relazioni col reticolo diretto; simmetria di Laue; intensit $\tilde{\text{A}}$  di un effetto di diffrazione, il fattore di struttura. Cenni sui generatori e i rivelatori di raggi X; il metodo delle polveri e il diffrattometro; metodi a cristallo singolo; tecniche spettrometriche: microsonda elettronica e fluorescenza. Microscopia elettronica a scansione. Calcolo della formula cristallografica di un minerale.
- 5) Cenni ai molteplici campi applicativi della Mineralogia.

**Modalita' di esame :**

Prova orale con domande aperte sui contenuti del corso.

Prova pratica: riconoscimento della simmetria in modelli di cristalli e descrizione morfologica degli stessi; riconoscimento macroscopico di minerali; calcolo di formule cristallografiche.

**Criteri di valutazione :**

Verifica della comprensione da parte dello studente dei principi generali di cristallografia morfologica e strutturale, di cristallografia e di mineralogia sistematica, nonch $\tilde{\text{A}}$  dei principali metodi di indagine in ambito mineralogico. Verranno inoltre valutate le nozioni acquisite dallo studente nei molteplici campi applicativi della Mineralogia, nonch $\tilde{\text{A}}$  la sua capacit $\tilde{\text{A}}$  di porre in relazione fra loro tutti i contenuti del corso, quale strumento di piena comprensione delle conoscenze acquisite.

**Testi di riferimento :**

Putnis A., Introduction to Mineral Science. Cambridge: Cambridge University Press, 1992

Bonatti S., Frazini M., Cristallografia mineralogica. Torino: Boringhieri, 1972

Klein C., Mineralogia. Bologna: Zanichelli, 2004

Carobbi G., *Mineralogia*, vol. 1 "Fondamenti di cristallografia e ottica cristallografica" e vol. 2 "Cristallografia chimica e mineralogia speciale". Firenze: USES, 1983

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Appunti di lezione.

È inoltre consigliata la consultazione dei testi di riferimento riportati nella relativa sezione e disponibili presso la biblioteca del Dipartimento di Geoscienze.

## FISICA GENERALE 1

(Titolare: Prof. PIER LUIGI SILVESTRELLI)

**Periodo:** I anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A+10E; 6,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

### Prerequisiti :

Istituzioni di matematiche.

### Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso " finalizzato all'acquisizione delle conoscenze di base di Meccanica nonché al raggiungimento della capacità di risolvere quantitativamente esercizi sugli stessi argomenti.

### Contenuti :

Grandezze fisiche e unità di misura. Elementi di calcolo vettoriale. Cinematica del punto: velocità ed accelerazione; moto rettilineo; moto nel piano e nello spazio; caduta libera dei gravi; moto circolare; cenni ai moti relativi. Dinamica del punto: principio di inerzia e concetto di forza; le leggi di Newton; equilibrio statico e reazioni vincolari; forza peso, forze elastiche e moto armonico, forze di attrito; piano inclinato; pendolo semplice. Lavoro ed energia: lavoro di una forza, potenza, teorema delle forze vive ed energia cinetica; forze conservative, energia potenziale e conservazione dell'energia meccanica. Momenti angolari, forze centrali, la forza gravitazionale. Dinamica dei sistemi di punti materiali: forze esterne ed interne, centro di massa, teorema del centro di massa, quantità di moto; momento delle forze, teorema del momento angolare; sistema di riferimento del centro di massa e sue proprietà; urti. Dinamica del corpo rigido: rotazioni attorno ad un asse fisso, momenti di inerzia. Meccanica dei fluidi: pressione, equilibrio statico, legge di Stevino, principio di Archimede; regime stazionario, fluidi ideali, legge della portata; teorema di Bernoulli.

### Modalità di esame :

Prova scritta che prevede la soluzione di esercizi di Meccanica e successiva prova orale sui contenuti del Corso elencati nel programma. Il superamento delle prove scritte durante il corso equivale al superamento della prova scritta d'esame. La prova orale potrà essere sostituita da un questionario scritto.

### Criteri di valutazione :

Verifica dell'acquisizione delle conoscenze teoriche di base e della capacità di risolvere quantitativamente esercizi di applicazione.

### Testi di riferimento :

P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, *Elementi di Fisica (Meccanica-Termodinamica)*. : Edises, 2007

## FISICA GENERALE 2

(Titolare: Prof. LORENZO FORTUNATO)

**Periodo:** II anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A+10E; 6,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

### Prerequisiti :

Istituzioni di matematiche. Fisica Generale I.

### Conoscenze e abilità da acquisire :

Conoscenza delle nozioni fondamentali di elettromagnetismo ed ottica, e loro applicazione attraverso la soluzione di esercizi tipici.

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

Lezioni frontali 40h

Esercizi svolti 10h

### Contenuti :

Elettricità, cariche e correnti elettriche. Legge di Coulomb. Campo elettrico. Potenziale elettrico di una carica e di una distribuzione di cariche. Dipolo elettrico. Induzione elettrostatica. Conduttori, isolanti. Teorema di Gauss. Condensatori. Dielettrici. Correnti elettriche. Legge di Ohm. Legge di Joule. Circuiti RC. Magnetismo. Campo magnetico. Legge di Biot e Savart. Forza di Lorentz. Spira percorsa da corrente. Momento di dipolo magnetico. Dipolo magnetico in campo magnetico. Teorema di Ampere. Elettromagnetismo. Legge di Faraday. Induttanza. (Circuiti RLC. Oscillazioni.) Proprietà magnetiche della materia: paramagnetismo, diamagnetismo, ferromagnetismo. Campi elettromagnetici indotti. La corrente di spostamento. Equazioni generali di Maxwell per l'elettromagnetismo. Onde ed Ottica. Onde meccaniche: concetto di campo ondulatorio, onde longitudinali e trasversali. Soluzione delle eq.ni di Maxwell nel vuoto. Legge di Snell. Coefficienti di riflessione e di trasmissione. Riflessione totale. Dispersione della luce (prisma). Ottica geometrica. Diottri e lenti. Interferenza. (Diffrazione. Reticoli. Polarizzazione.)

### Modalità di esame :

La verifica scritta consiste di domande teoriche e risoluzione di esercizi (problemi) su tutto il programma.

L'orale " facoltativo.

### Criteri di valutazione :

Teoria 10/30

Problemi 20/30

### Testi di riferimento :

P. Mazzoldi, M. Nigro e C. Voci, *Elementi di Fisica - Onde*. : Edises,

## INDUSTRIA CHIMICA

(Titolare: Prof. STEFANO MAMMI) - Mutuato da: Laurea in Chimica Industriale

**Periodo:** Il anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A+20E; 7,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

### Prerequisiti :

Nessuno

### Conoscenze e abilita' da acquisire :

Conoscenze essenziali sulla moderna industria chimica: fonti di materie prime, impatto ambientale delle lavorazioni industriali chimiche, problemi di produzione su larga scala.

Conoscenze di base sulla produzione e caratterizzazione di materiali polimerici.

Comprensione delle dinamiche aziendali. Stesura di un efficace curriculum. Conoscenza delle aziende del territorio.

### Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni d'aula e seminari.

### Contenuti :

Storia e sviluppo dell'industria chimica. Sviluppo sostenibile. Green Chemistry. Salute e sicurezza in industria. Aspetti merceologici (scale di produzione). Aspetti aziendali (organizzazione, marketing). Aspetti economici (determinazione dei costi). Ricerca e Sviluppo. Aspetti brevettuali. Materie prime ed energia: risorse nella litosfera e nella biosfera e loro principali trasformazioni. Risorse non rinnovabili con cenni di petrolchimica. Polimeri: ottenimento dei principali monomeri; classificazione dei principali polimeri; meccanismi di polimerizzazione; costituzione, configurazione e conformazione; pesi molecolari - definizione e metodi di misura; descrizione dei principali polimeri e delle loro caratteristiche; cristallizzazione; transizione vetrosa; propriet  meccaniche. Sintesi dell'ammoniaca. Risorse rinnovabili. Catalisi e catalizzatori industriali. Reattori industriali. Operazioni unitarie. Separazioni industriali. Controllo di processo. Passaggi di scala: impianti pilota, impianti industriali.

Ciclo di seminari con rappresentanti dell'industria locale.

### Modalita' di esame :

Test scritto con domande aperte e domande a risposta multipla.

### Criteri di valutazione :

Sar  valutata l'acquisizione delle conoscenze e delle abilita' sopra descritte.

### Testi di riferimento :

A.I.M., Fondamenti di Scienza dei Polimeri. : Pacini Editore,

A. Heaton, An Introduction to Industrial Chemistry. : Blackie A & P,

### Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispense ed appunti di lezione.

Testi di consultazione: "Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry", 6th Edn., Wiley-VCH, 1998 - Electronic Release (Disponibile online al sito <http://www.cab.unipd.it/> alla voce "banche dati")

## LINGUA INGLESE

(Titolare: Prof. MARCO RUZZI)

**Periodo:** I anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** ; 3,00 CFU

### Prerequisiti :

CONTENUTO NON PRESENTE

### Conoscenze e abilita' da acquisire :

CONTENUTO NON PRESENTE

### Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

CONTENUTO NON PRESENTE

### Contenuti :

CONTENUTO NON PRESENTE

### Modalita' 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

## MATEMATICA

(Titolare: Prof. ALBERTO ZANARDO) - Mutuato da: Laurea in Chimica Industriale



**Periodo:** I anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 64A+70E; 15,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche

**Prerequisiti :**

Nessuno

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Conoscenze matematiche di base per corsi di laurea in discipline scientifiche.

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

Lezioni ed esercitazioni in aula.

**Contenuti :**

Nozioni di base. Numeri reali. Disequazioni. Elementi di trigonometria. Esponenziali e logaritmi. Sommatorie. Fattoriali. Coefficienti binomiali. Formula del binomio di Newton.

Funzioni reali di una variabile reale. Successioni. Limiti. Funzioni continue. Derivate. Retta tangente al grafico di una funzione. Teoremi fondamentali del calcolo differenziale. Massimi e minimi relativi e assoluti. Funzioni trigonometriche esponenziali e logaritmiche. Studio di una funzione. Integrali definiti e indefiniti. Volumi di solidi di rotazione. Lunghezze di grafici di funzione. Integrali generalizzati.

Serie numeriche. Nozioni generali. Serie geometrica. Serie armonica. Serie telescopiche. Serie a termini non negativi/positivi. Criteri di convergenza. Convergenza per serie a termini di segno alterno. Serie di Taylor e di Maclaurin. Approssimazioni.

Cenni sui numeri complessi. Piano di Gauss. Rappresentazione trigonometrica dei numeri complessi. Formule di Eulero. Cenni sulle funzioni trigonometriche ed esponenziale in campo complesso.

Equazioni differenziali. Equazioni differenziali del primo ordine lineari e a variabili separabili. Modelli descritti da equazioni differenziali lineari del primo ordine. Equazioni differenziali del secondo ordine lineari a coefficienti costanti. Applicazioni: moto armonico semplice, moto armonico con viscosità, moto armonico con forza esterna sinusoidale. Risonanza.

Vettori e geometria analitica dello spazio tridimensionale. Vettori nel piano e nello spazio. Prodotto scalare, prodotto vettore, prodotto misto e loro interpretazione geometrica. Equazioni parametriche e cartesiane di rette e piani nello spazio tridimensionale. Angoli e distanze.

Elementi algebra lineare. Spazi vettoriali. Dipendenza lineare. Basi di uno spazio vettoriale. Matrici e trasformazioni lineari.

Determinanti. Sistemi lineari. Teorema di Rouché-Capelli. Autovettori e autovalori. Diagonalizzazione.

Funzioni di  $\pi^1$  variabili. Limiti. Continuità. Derivate parziali. Differenziabilità. Piani tangenti. Curve di livello. Derivata direzionale. Vettore gradiente. Massimi e minimi relativi. Punti di sella. Massimi e minimi vincolati.

**Modalità di esame :**

Scritto con eventuale orale

**Criteri di valutazione :**

Viene valutata la correttezza formale e l'eventuale creatività nella risoluzione di esercizi inerenti ai contenuti del corso.

**Testi di riferimento :**

CONTENUTO NON PRESENTE

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

I testi di riferimento verranno comunicati all'inizio del corso.

Saranno fornite dispense redatte dai docenti, esercizi integrativi, compiti svolti.

---

## 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

---

## SICUREZZA NEI LABORATORI

(Titolare: Prof. SAVERIO SANTI) - Mutuato da: Laurea in Chimica Industriale

**Periodo:** I anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 8A; 1,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Scienze Chimiche, Aula A, via Marzolo 6

**Prerequisiti :**

Nessuno

**Conoscenze e abilita' da acquisire :**

L'insegnamento intende fornire allo studente le nozioni generali e particolari sulle norme di sicurezza nei laboratori chimici.

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

L'insegnamento si svolge mediante lezioni frontali in aula, tenute anche da esperti del settore, nelle quali viene fatto uso di slide che sono messe a disposizione degli studenti.

**Contenuti :**

Nozioni di sicurezza, struttura e gestione della sicurezza, prevenzione incendi. Sicurezza in un laboratorio chimico. Reattività e infiammabilità dei composti chimici. Rischio chimico: etichettatura, simbologia e frasi di rischio; dose-risposta, tossicità acuta e cronica, monitoraggio dell'esposizione e degli effetti. Rischio elettrico.

**Modalità di esame :**

Test di valutazione a risposta multipla, obbligatorio alla fine delle attività didattiche.

**Criteri di valutazione :**

La valutazione della preparazione si baserà sulla verifica del livello di comprensione ed assimilazione degli argomenti trattati a lezione e sull'acquisizione delle relative competenze legate alla capacità di elaborare le conoscenze apprese applicandole a situazioni reali legate alla sicurezza di un laboratorio chimico.

**Testi di riferimento :**

Andrea Trevisan, I rischi da ambienti chimici, fisici e biologici. Padova: Libreria Progetto, 2011

Roberto Fornasier, Guida alla sicurezza nei laboratori chimici. Padova: Libreria Cortina, 1998

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

All'inizio delle lezioni sarà messo a disposizione il materiale usato a lezione e distribuito un opuscolo su sicurezza e prevenzione a cura del Servizio Prevenzione, Protezione, Ambiente e Sicurezza dell'Ateneo.