



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**SCUOLA DI SCIENZE**

**Bollettino Notiziario**

Anno Accademico 2016/2017

**Laurea in Chimica Industriale (Ord. 2014)**

---

# Curriculum: Corsi comuni

---

## CHIMICA ANALITICA 1

(Titolare: Prof. PAOLO PASTORE) - Mutuato da: Laurea in Chimica (Ord. 2014)

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

### Prerequisiti :

Acquisizione dei contenuti dei corsi di Matematica e di Chimica Generale ed Inorganica.

Per quanto riguarda il primo avere familiarità con alcune funzioni matematiche che verranno utilizzate nel corso, quali logaritmi ed esponenziali.

Per quanto riguarda il secondo conoscere il concetto di elemento, di composto, di mole, di massa atomica e molare, di equilibrio chimico. Conoscenza della nomenclatura dei composti inorganici semplici. Capacità di eseguire semplici calcoli stechiometrici e di bilanciare correttamente le equazioni di reazione.

### Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso si propone di fornire agli studenti i mezzi concettuali per razionalizzare e per comprendere il significato degli equilibri chimici in soluzione acquosa con particolare riferimento alle reazioni acido-base, di formazione di complessi, redox e quelle di precipitazione.

Fornisce inoltre la capacità di effettuare l'analisi chimica quantitativa condotta con metodi "classici" inclusa la previsione e la valutazione e l'elaborazione dei risultati con l'ausilio di estesa attività di laboratorio.

### 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 grafica degli equilibri stessi mediante l'uso di diagrammi logaritmici anche con l'ausilio di mezzi informatici.

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

### Contenuti :

Lezioni d'aula.

Obiettivi e metodi della chimica analitica. Razionalizzazione degli equilibri in soluzione anche per mezzo di metodi grafici: equilibri acido-base, di formazione di complessi, di precipitazione, ossidoriduttivi. Trattamento rigoroso ai fini delle applicazioni analitiche. Analisi volumetrica: trattamento teorico delle curve di titolazione basate sui diversi tipi di equilibri. Metodi di individuazione del punto di fine.

Attività di laboratorio

Uso di semplice strumentazione di laboratorio: vetreria calibrata e non, bilancia tecnica ed analitica, pH-metro, stufa, muffola.

Titolazioni acido-base, di formazione di complessi, di precipitazione, redox. Titolazioni potenziometriche e con indicatore. Analisi gravimetrica. Calibrazione. Quaderno di laboratorio. Analisi statistica dei risultati sperimentali.

### Modalità di esame :

L'esame si compone di una prova scritta ed una orale.

Nella prova scritta lo studente deve risolvere 3 esercizi riguardanti il corso d'aula, rispondere ad una sezione con risposta vero/falso, deve svolgere una sezione riguardante domande sull'attività di laboratorio.

Nella prova orale lo studente deve rispondere a domande di teoria ma viene anche valutata l'attività svolta in laboratorio.

### Criteri di valutazione :

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

Per quanto riguarda la valutazione della prova scritta ogni esercizio prevede l'acquisizione di un punteggio da 0 a 6 punti.

### Testi di riferimento :

Di\_Marco, Valerio; Pastore, Paolo; Bombi, Giorgio G., Chimica analitica. Trattazione algebrica e grafica degli equilibri chimici in soluzione acquosa. Napoli: EdiSES, 2015

### Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Per ogni attività sarà fornito materiale didattico adeguato sotto forma di testi consigliati, dispense, presentazioni power point ma anche in formato multimediale utilizzando le potenzialità dei siti web istituzionali.

---

## CHIMICA ANALITICA 2

(Titolare: Prof. PAOLO PASTORE) - Mutuato da: Laurea in Chimica (Ord. 2014)

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

### 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 include 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 :**

Skoog, Douglas, Fondamenti di chimica analitica di Skoog e WestDouglas A. Skoog ... [et al.][edizione italiana a cura di Luigia Sabbatini]. Napoli: EdiSES, 2015

### **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) - Mutuato da: Laurea in Chimica (Ord. 2014)

**Periodo:** I anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

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

### **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 :**

L. Streyer, *Biochimica*. : Zanichelli,  
D.Voet, J. G. Voet, C.W. Pratt, *Fondamenti di Biochimica*. : Zanichelli,  
**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**  
Oltre ai testi suggeriti verranno fornite le slides utilizzate dalla docente nelle lezioni frontali.

## CHIMICA DEGLI ALIMENTI

(Titolare: Prof.ssa ELISABETTA SCHIEVANO)

**Periodo:** I anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00 CFU

### Prerequisiti :

Chimica organica 1, Chimica organica 2, Chimica analitica 1, Chimica analitica 2

### Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso intende fornire le conoscenze sulla composizione chimica e sulle caratteristiche strutturali dei principali componenti presenti negli alimenti con particolare riferimento alle trasformazioni che essi possono subire durante la cottura o lavorazioni industriali. Il corso, inoltre, fornisce le conoscenze sui principali metodi analitici per lâ€™analisi degli alimenti.

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

Lezioni d'aula svolte con lâ€™ausilio della proiezione di diapositive che saranno rese disponibili agli studenti.

### Contenuti :

1. Chimica delle principali categorie di sostanze alimentari:

Amminoacidi, peptidi e proteine:

-Proprietà chimico-fisiche di amminoacidi e peptidi, conformazione delle proteine. Amminoacidi essenziali e valore biologico delle proteine. Proprietà funzionali delle proteine e trasformazioni a carico delle proteine. La reazione di Maillard.

Carboidrati:

-Monosaccaridi e oligosaccaridi, potere dolcificante, reazioni e trasformazioni a carico degli zuccheri (riduzione, ossidazione e caramellizzazione). Estrazione del saccarosio da canna da zucchero e da barbabietola.

-Polisaccaridi, amidi, amidi modificati, pectina, alginati, carragenani. Idrolisi dell'amido.

-Lipidi

-Lipidi saponificabili: oli e grassi, proprietà chimico-fisiche degli acidi grassi, e dei trigliceridi.

Trasformazione dei lipidi presenti negli alimenti: idrolisi enzimatica, perossidazione dei lipidi insaturi. Cere, fosfolipidi, emulsionanti.

-Lipidi insaponificabili

- Vitamine

- Additivi alimentari

- Pigmenti

- L'aroma.

Sostanze aromatiche e basi molecolari del gusto dolce e amaro.

2. Alimenti specifici:

Uova e derivati; cereali e produzione prodotti da forno, birra e produzione della stessa, latte, caseificazione e prodotti lattiero-caseari; carni; vino; olio d'oliva, di semi e loro derivati.

3. Analisi degli alimenti

- Introduzione all'analisi degli alimenti

- Caratteristiche sensoriali

- Analisi preliminari: determinazione dell'acqua, della densità, del pH

- Esempio di analisi completa di un alimento

- Analisi cromatografica della composizione acidica e sterolica dei grassi

- Analisi spettrofotometriche di un olio

- Cenni all'analisi di alcuni alimenti: latte, olio, vino, acque

- Individuazione delle sofisticazioni

- Tracciabilità di un alimento

- Determinazione di alcuni contaminanti alimentari: ocratossine, nitrosammine, ammine biogene, pesticidi, ecc.

- NMR nell'analisi di alimenti

### Modalità di esame :

Scritto

### Criteri di valutazione :

La valutazione della preparazione dello studente si baserà sul livello di conoscenza approfondita e puntuale degli argomenti trattati a lezione

### Testi di riferimento :

T. P. Coultate, *La chimica degli alimenti*. Bologna: Zanichelli, 2005

P. Cappelli, V. Vannucchi, *Chimica degli Alimenti*. : Zanichelli, 2005

F. Tateo, N. Bononi, *Guida all'Analisi Chimica degli Alimenti*. : ARS, 2003

AOAC (Association of Official Analytical Chemists), *Official methods of analysis*. : ,

H.-D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle, *Food Chemistry*. : Springer, 2009

### Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispense e appunti di lezione.

Articoli recenti pubblicati su riviste di analisi degli alimenti (*Food. Chem., J. Anal. Food Chem., etc.*)

# CHIMICA E TECNOLOGIA DELLA CATALISI

(Titolare: Prof. MARCO ZECCA)

**Periodo:** I anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00 CFU

## Prerequisiti :

Chimica inorganica, Chimica organica 1, Chimica organica 2

## Conoscenze e abilità da acquisire :

Scopo del corso Ã di introdurre le conoscenze di base sulla catalisi industriale omogenea, con particolare riferimento all'impiego dei composti metallorganici, ed eterogenea, con particolare riferimento alle condizioni gas-solido. Per entrambe le classi verranno illustrati i fenomeni fondamentali alla base dell'azione catalitica, anche attraverso la descrizione di processi catalitici industriali esemplari, sia omogenei che eterogenei. Nel caso dei catalizzatori omogenei particolare attenzione sarÃ rivolta alle relazioni fra struttura molecolare e prestazione catalitica. Nel caso dei catalizzatori eterogenei l'attenzione sarÃ rivolta alla loro costituzione, ai principali parametri morfologici e chimico-fisici da cui dipende la prestazione catalitica, ai problemi di stabilitÃ in condizioni di processo, ai possibili effetti del trasporto di massa. Al termine del corso gli studenti dovrebbero conoscere quali tipi di catalizzatori sono utili per alcune classi di reazioni, come i catalizzatori attivano i reagenti ed evolvono durante il processo catalitico, come possano controllare la regio- e stereo-chimica delle reazioni, come preservare o ripristinare la loro attivitÃ e selettivitÃ .

## AttivitÃ di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso verrÃ svolto mediante lezioni frontali (48 ore, in italiano) con uso della lavagna classica. Al momento non Ã prevista la proiezione di diapositive, per cui si raccomanda agli studenti di raccogliere appunti personali di lezione.

## Contenuti :

Cenni di cinetica chimica.

AttivitÃ e selettivitÃ nei catalizzatori; concetto di sito attivo; il ciclo catalitico.

Importanza economica e ambientale della catalisi.

Catalisi omogenea: processi di auto-ossidazione metallo-catalizzata.

Catalisi metallorganica: legame metallo-CO e metallo-alchene; regola dei 16-18 elettroni; dissociazione di leganti, addizione ossidativa, eliminazione riduttiva; inserzione migratoria,  $\pi^2$ - e  $\pi^2\pi^2$ -eliminazione.

Idroformilazione: basicitÃ e ingombro sterico delle fosfine (parametro elettronico, angolo di cono) e loro ruolo nei catalizzatori modificati. Sintesi industriale dell'acido acetico per carbonilazione del metanolo.

Idrogenazione di alcheni: catalizzatore di Wilkinson; sintesi enantioselettive industriali (L-DOPA, mentolo, Metolachlor); natura cinetica dell'enantioselezione.

Polimerizzazione stereospecifica di alcheni con catalizzatori  $\text{Cp}^*\text{Zr}(\text{CH}_2\text{CHMe}_2)_2$  e Ziegler-Natta

Catalisi eterogenea: funzionalitÃ , natura chimica e costituzione dei catalizzatori.

Fisisorbimento: misura dell'area superficiale di solidi.

Chemisorbimento: generalitÃ e teoria elettronica del chemisorbimento sulla superficie dei metalli di specie atomiche e molecolari (CO, diazoto); principio di Sabatier; isoterma di Langmuir.

Trattamento microcinetico dell'ossidazione di CO su rodio.

Catalizzatori acidi: allumino-silicati; forza dei siti acidi; chemisorbimento di idrocarburi.

Catalizzatori non supportati: area superficiale nei solidi non porosi; area superficiale di un solido poroso; fenomeni di diffusione, regime cinetico e diffusivo, efficienza e modulo di Thiele.

Catalizzatori supportati: supporto e sue caratteristiche; profili di distribuzione del componente attivo; energia superficiale, dispersione, esposizione delle facce cristallografiche e relazioni con l'attivitÃ catalitica.

Principali fenomeni di disattivazione dei catalizzatori eterogenei e loro rigenerazione.

Zeoliti: microporositÃ , selettivitÃ di forma, disattivazione e rigenerazione in continuo nel processo FCC.

Marmitta catalitiche: generalitÃ , catalizzatori a "tre vie".

Processo SCR

Catalisi bifunzionale: reforming catalitico.

## ModalitÃ di esame :

Esame orale

## Criteri di valutazione :

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

- 1) capacitÃ e prontezza di inquadramento degli argomenti in discussione;
- 2) capacitÃ 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) capacitÃ di collegamento logico fra concetti e argomenti diversi, anche secondo schemi non necessariamente messi in evidenza durante le lezioni;
- 6) uso appropriato del linguaggio, di concetti teorici e modelli.

## Testi di riferimento :

Gadi Rothenberg, Catalysis - Concepts and Green Applications. Weinheim (D): Wile-VCH, 2008

Ib Chorkendorff, J.W. (Hans) Niemantsverdriet, Concepts of Modern catalysis and Kinetics, 2nd edition. Weinheim (D): Wiley-VCH, 2007

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

## Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispensa del docente sulla parte di catalisi eterogenea.

# CHIMICA FARMACEUTICA

(Titolare: Prof. GIUSEPPE ZAGOTTO)

**Periodo:** I anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00 CFU

**Prerequisiti :**

Chimica organica e fondamenti di biochimica

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Acquisire le nozioni basilari negli argomenti fondamentali della chimica farmaceutica e prendere in considerazione in modo dettagliato alcuni capitoli particolari scelti tra quelli proposti dagli studenti.

Chimica organica in chimica farmaceutica: sintesi di farmaci

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

Lezioni d'aula.

**Contenuti :**

Cenni di farmacologia. Farmacocinetica: la concentrazione plasmatica dei farmaci: assorbimento, distribuzione, metabolismo ed eliminazione. Farmacodinamica: Recettore, definizioni e caratteristiche, classi di recettori. La ricerca di un nuovo farmaco: studio dell'interazione farmaco-recettore e relazioni struttura-attività, sintesi in soluzione e su fase solida (parallela e combinatoria), le fasi cliniche e il brevetto. Farmaci antitumorali. Farmaci antibatterici e antivirali. Il sistema cardiovascolare e l'ipertensione. Il dolore: farmaci antiinfiammatori, anestetici locali e farmaci contro il dolore acuto (morfina e derivati). Oltre a questo materiale verrà trattato qualche capitolo della chimica farmaceutica di particolare interesse per gli studenti presenti.

**Modalità di esame :**

Orale

**Criteri di valutazione :**

Sarà valutata l'acquisizione delle conoscenze e delle abilità sopra descritte.

**Testi di riferimento :**

THOMAS L. LEMKE DAVID A. WILLIAMS FOYE, Foye's Principi di Chimica Farmaceutica. Padova: Piccin, 2011

J. M. Beale e J. H. Block, Wilson&Gisvold - Chimica organica medica e farmaceutica. : Casa Editrice Ambrosiana, 2014

A. Gasco, F. Gualtieri, C. Melchiorre, Chimica Farmaceutica. : Casa Editrice Ambrosiana, 2015

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Testi consigliati e appunti di lezione

---

**CHIMICA FISICA 1**

(Titolare: Prof. ABDIRISAK AHMED ISSE)

**Periodo:** Il anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 52A+35E; 10,00 CFU

**Prerequisiti :**

Matematica, Fisica generale 1, Chimica generale ed inorganica.

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Il corso si propone di fornire i concetti e i metodi della termodinamica classica. Alla fine del corso lo studente dovrebbe essere in grado di applicarli a problemi di interesse chimico e fisico.

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

Lezioni frontali con utilizzo di diapositive e della lavagna (per derivazioni ed esercizi). Verrà incoraggiata la partecipazione attiva degli studenti, soprattutto nelle esercitazioni.

**Contenuti :**

- 1) Grandezze di stato e funzioni di stato.
- 2) Principi della termodinamica.
- 3) Potenziali termodinamici, proprietà differenziali delle funzioni di stato.
- 4) Proprietà termodinamiche delle sostanze pure.
- 4) Equilibri di fase delle sostanze pure.
- 5) Proprietà termodinamiche dei sistemi a pi componenti.
- 6) Soluzioni diluite e proprietà colligative.
- 7) Soluzioni ioniche.
- 8) Celle galvaniche e loro descrizione termodinamica.
- 9) Descrizione macroscopica della cinetica chimica; meccanismi di reazione.

**Modalità di esame :**

L'esame si compone di una prova scritta, che consiste nella soluzione di alcuni esercizi di termodinamica, e di una prova orale. La prova scritta potrà essere sostituita da prove parziali, che avranno luogo durante lo svolgimento del corso. Il superamento della prova scritta è condizione necessaria per l'ammissione alla prova orale.

**Criteri di valutazione :**

La valutazione della preparazione dello studente si baserà sulla comprensione degli argomenti svolti, sull'acquisizione dei concetti e delle metodologie proposte e sulla capacità di applicarli in modo autonomo.

**Testi di riferimento :**

P. W. Atkins, J. dePaula, Physical Chemistry. : Oxford: OUP, 2009

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Materiale sugli argomenti del corso e testi di esercizi (compresi modelli di compiti di esame) verranno messi a disposizione dal docente.

---

**CHIMICA FISICA 2**

(Titolare: Prof. ANTONIO TOFFOLETTI)

**Periodo:** Il anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 48A+10E; 7,00 CFU

**Prerequisiti :**

Matematica, Fisica generale 1, Fisica generale 2, Chimica fisica 1

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Acquisire i principi base della Meccanica Quantistica. Capire come la Meccanica Quantistica descrive gli atomi, le molecole e la loro struttura energetica. Conoscere i principi base dell'interazione tra radiazione elettromagnetica e materia. Capire i principi su cui si basano le spettroscopie di assorbimento, di emissione e di scattering.

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

Lezioni d'aula svolte con l'ausilio della proiezione di diapositive che saranno rese disponibili agli studenti.

Svolgimento in aula di esercizi numerici su sistemi atomici e molecolari con gli strumenti teorici trattati nelle lezioni frontali. Esempi di approccio teorico a problemi attinenti ai contenuti del corso.

**Contenuti :**

L'origine della quantomeccanica: esperimenti e teorie all'origine della discretizzazione dell'energia e della dualità particella-onda. Dinamica dei sistemi microscopici: l'equazione di Schrodinger. Postulati della Meccanica Quantistica. Modelli quantomeccanici per i moti traslazionali, rotazionali e vibrazionali. Cenni alla teoria perturbativa indipendente dal tempo. Soluzioni quantomeccaniche per l'atomo di idrogeno. Momento angolare di spin e stati con diversa molteplicità di spin. Principio variazionale e teoria di campo medio per atomi con elettroni. Accoppiamento spin-orbita. Approssimazione di Born-Oppenheimer. Teorie del legame: teoria degli orbitali molecolari e del legame di valenza. Orbitali molecolari per molecole poliatomiche: metodo di Hückel e teorie di campo medio (Hartree-Fock e DFT). Interazione radiazione elettromagnetica-materia e cenni alla teoria perturbativa dipendente dal tempo. Cenni alla spettroscopia rotazionale. Modelli quantomeccanici per le vibrazioni e i modi normali. Assorbimento infrarosso e scattering Raman. Modi normali delle molecole poliatomiche. Spettroscopie elettroniche: assorbimento, fluorescenza e fosforescenza. Principio di Frank-Condon. Spettroscopie magnetiche: principi delle spettroscopie NMR ed EPR. Accoppiamento scalare J in NMR, sua origine e sue conseguenze sullo spettro NMR. Accoppiamento di Fermi.

**Modalità di esame :**

Prova scritta e colloquio orale.

**Criteri di valutazione :**

Verranno valutate sia le conoscenze dei contenuti indicati nel seguito, che la comprensione generale dell'approccio chimico-fisico alla descrizione della struttura atomica e molecolare e della interazione con la radiazione.

**Testi di riferimento :**

Peter Atkins, Julio De Paula, Physical Chemistry. : Oxford University Press, 2010

Peter Atkins, Julio De Paula, Chimica Fisica. : Zanichelli, 2012

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Alcune delle diapositive proiettate a lezione (quelle concernenti argomenti trattati in modo non sufficientemente approfondito nel testo) saranno rese disponibili agli studenti.

## CHIMICA FISICA INDUSTRIALE

(Titolare: Prof. ARMANDO GENNARO)

**Periodo:** III anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 44A+30E+18L; 10,00 CFU

**Prerequisiti :**

Conoscenze di matematica (Matematica), di termodinamica (Chimica fisica 1) e di meccanica (Fisica Generale 1).

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Il corso è finalizzato all'approccio alla termodinamica di non equilibrio, per acquisire le conoscenze necessarie per lo studio dei processi industriali, con riferimento sia alle trasformazioni fisiche che a quelle chimiche. Per quanto riguarda le trasformazioni chimiche, l'insegnamento tende a fornire le conoscenze relative alle principali tipologie di reazioni complesse in fase gas e in fase condensata, alle teorie fondamentali della cinetica chimica e loro interpretazione meccanicistica, alle relazioni struttura-reattività e agli effetti del mezzo di reazione. Inoltre l'insegnamento cercherà di fornire allo studente le conoscenze necessarie per eseguire in laboratorio le misure cinetiche di base e interpretare le informazioni disponibili in pubblicazioni scientifiche e monografie.

Per quanto riguarda le trasformazioni fisiche l'insegnamento fornirà le conoscenze di base per la descrizione dei fenomeni di trasporto e la capacità di impostare e risolvere il bilancio per le proprietà fisiche più importanti per le quali vale il principio di conservazione. Una parte del corso (10 ore) sarà dedicata ad attività utili per l'inserimento nel mondo del lavoro in collaborazione con Confindustria Veneto.

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

Le lezioni teoriche e gli esercizi in aula saranno integrati da alcuni esperimenti di cinetica chimica. Le lezioni teoriche sono svolte con l'ausilio della proiezione di diapositive.

**Contenuti :**

Parte A (5 CFU)

Effetto della temperatura sulla velocità di reazione. Equazioni di van't Hoff e Arrhenius; effetto di T in reazioni complesse. Legge di distribuzione di Boltzmann. Teoria delle collisioni. Cenni di termodinamica statistica: le funzioni di partizione. Teoria della velocità assoluta. Teoria di Lindemann-Christiansen. Postulato di Hammond. Formulazione termodinamica della teoria dello stato di transizione. Interpretazione dei parametri termodinamici di attivazione: reazioni di sostituzione nucleofila SN1 e SN2. Effetti del mezzo. Effetto solvente: variazione del momento di dipolo, teoria di Kirkwood. Ioni in soluzione: teoria di Debye-Hückel e teoria elettrostatica. Effetto della pressione idrostatica. Principi di NMR. Frequenza di Larmor e Zeeman splitting. NMR pulsato. Spostamento chimico e molteplicità. NMR dinamico: determinazione della dinamica dell'equilibrio e dell'energia di attivazione della N,N-dimetilformammide (DMF). La teoria di Marcus.

Esperienze di laboratorio.

Cinetica di idrolisi di un alogenuro alchilico terziario:

- effetto della temperatura;

- effetto del solvente.

NMR dinamico: cinetica di scambio della N,N-dimetilformammide.

Attività utili per l'inserimento nel mondo del lavoro in collaborazione con Confindustria Veneto (1 CFU).

#### Parte B (5 CFU)

Fenomeni di trasporto: regime transitorio e stazionario. Trasporto di quantità di moto: moto dei fluidi reali, diffusività della quantità di moto, perdite di carico, equazioni del moto in situazioni diverse; cenni al moto turbolento. Trasporto di calore: diffusività termica, conduzione, equazioni del trasporto in condizioni diverse, trasmissione tra le fasi, trasporto per convezione. Regime transitorio. Irraggiamento. Bilanci dei processi industriali. Classificazione dei processi ed equazione generale di bilancio. Bilanci di energia; bilanci in assenza ed in presenza di reazioni chimiche.

#### Modalità di esame :

L'esame sarà orale sugli argomenti svolti a lezione e sulle esperienze condotte in laboratorio.

#### Criteri di valutazione :

La valutazione della preparazione dello studente si baserà sulla sua comprensione degli argomenti svolti a lezione e sulla capacità d'illustrare le principali teorie cinetiche, ricavare la legge cinetica delle principali tipologie di reazioni complesse, impostare e risolvere il bilancio per le proprietà fisiche più importanti per le quali vale il principio di conservazione, eseguire in laboratorio semplici esperimenti di base e redigere relazioni chiare e concise sugli esperimenti svolti in laboratorio.

#### Testi di riferimento :

K. S. Laidler., *Chemical Kinetics*. <http://www.abebooks.com>: Prentice Hall, 1989

R.B. Bird; W.E. Stewart, E.N. Lightfoot, *Fenomeni di trasporto*. Milano: Ambrosiana, 1970

K. A. Connors, "", VCH, *Chemical Kinetics*. New York: VCH, 1990

#### Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Le dispense dei docenti e le slide usate a lezione vengono messe a disposizione dello studente. Saranno suggeriti alcuni testi di approfondimento.

## CHIMICA FORENSE

(Titolare: Prof. VALERIO CAUSIN)

**Periodo:** I anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

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

#### Prerequisiti :

Per questo insegnamento non sono previsti prerequisiti.

#### Conoscenze e abilità da acquisire :

L'obiettivo dell'insegnamento è presentare le possibili applicazioni della chimica in ambito giudiziario. I cenni di legislazione consentiranno allo studente di comprendere le problematiche peculiari dell'attività del chimico forense sia per quanto riguarda la realizzazione degli accertamenti sia per ciò che concerne l'interpretazione delle risultanze.

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

Lezioni frontali

#### Contenuti :

Cenni di legislazione

La chimica forense nel processo civile

L'interpretazione del dato in scienza forense

L'utilizzo del dato chimico in Tribunale

Le droghe di abuso e i veleni

Il DNA

L'esame delle tracce di contatto (fibre, vernici, vetri, polimeri, ecc.)

Gli accertamenti su documenti

L'investigazione a seguito di incendi

Gli esplosivi

#### Modalità di esame :

Scritto

#### Criteri di valutazione :

L'esame sarà teso a verificare la comprensione e la padronanza dei concetti esposti durante il corso

#### Testi di riferimento :

Causin V., *Polymers on the Crime Scene. Forensic Analysis of Polymeric Trace Evidence*. New York: Springer, 2015

#### Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Appunti di lezione

Le diapositive proiettate in aula saranno messe a disposizione degli studenti

Durante l'insegnamento verranno consigliati testi e riferimenti per l'eventuale approfondimento di particolari argomenti

## CHIMICA GENERALE E INORGANICA

(Titolare: Prof. MAURO SAMBI) - Mutuato da: Laurea in Chimica (Ord. 2014)

**Periodo:** I anno, annuale

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 64A+30E+24L; 13,00 CFU

#### 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 lâ€™TMacquisizione degli elementi di base della stechiometria, cioÃˆ degli aspetti numerici dei piÃˆ semplici concetti chimici. Le esperienze di laboratorio consentono lâ€™TMacquisizione di conoscenze relative alle norme di prevenzione e sicurezza nellâ€™TMuso di sostanze chimiche e alle norme comportamentali e di pronto intervento in caso di incidenti, nonchÃ© la familiarizzazione con vetreria ed altre semplici apparecchiature e con le procedure di uso piÃˆ comune nei laboratori chimici.

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

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

**Contenuti :**

LEZIONI Dâ€™TM AULA: Il metodo scientifico. Stati di aggregazione della materia. Miscele (omogenee, eterogenee) e sostanze pure. Elementi e composti; atomi e molecole. Teoria atomistica. Il numero atomico ed il numero di massa. Isotopi. Unit  di massa atomica. Massa atomica relativa. Mole. Percentuali in massa, formula minima, formula molecolare. Numeri di ossidazione e loro determinazione. Bilanciamento chimico in forma molecolare/ionica. Bilancio massa/carica. Bilanciamento di reazioni non-redox, e redox con i metodi dei numeri di ossidazione e delle semireazioni.

Il legame chimico I: covalente, ionico e metallico. Strutture di Lewis. Metodo VSEPR.

Struttura dellâ€™TM atomo secondo la meccanica quantistica. Atomo di Bohr e suoi limiti. Principio di indeterminazione di Heisenberg. Dualit  onda-particella. Funzione dâ€™TM onda. Equazione di Schrödinger e sue soluzioni per lâ€™TM atomo monoelettronico. Orbitali atomici. Spin dellâ€™TM elettrone. Introduzione agli atomi polielettronici. Modello a gusci dellâ€™TM atomo. Principio dellâ€™TM Aufbau. Principio di esclusione di Pauli. Regola di Hund.

Propriet  periodiche: raggio atomico e ionico, energia di ionizzazione, affinit  elettronica, elettronegativit . Stechiometria degli idruri e degli ossidi binari. Propriet  acido/base degli ossidi.

Il legame chimico II. Teoria LCAO-MO per molecole biatomiche omonucleari ed eteronucleari.

Confronto alla teoria VB e confronto con la teoria MO. Gli orbitali ibridi del carbonio.

Legge del gas perfetto. Legge di Dalton. Teoria cinetica dei gas. Distribuzione di Maxwell-Boltzmann delle velocit  molecolari. Effusione.

Gas reali. Equazione di Van der Waals. Interazioni intermolecolari. Struttura dei solidi.

Equilibrio chimico. Legge di azione di massa. Principio di Le Chatelier. Termodinamica chimica. Prima e seconda legge della termodinamica. Legge di Hess. Energia libera di Gibbs. Criteri di spontaneit  di una reazione chimica. Relazione tra costante di equilibrio e  $\Delta G^\circ$ .

Equilibri in soluzione. Elettroliti forti e deboli. Acidi e basi di Arrhenius, Brønsted-Lowry, Lewis. Idrolisi dei sali. Soluzioni tampone. Sali poco solubili.

Introduzione ai diagrammi di fase p, T per un componente. Regola delle fasi. Diagrammi di fase per miscele a due componenti volatili.

Legge di Raoult. Distillazione. Miscele azeotropiche. Propriet  colligative.

Elettrochimica. Potenziale standard di riduzione. Equazione di Nernst. Le pile. Corrosione e protezione dalla corrosione. Lâ€™TM elettrolisi.

Leggi di Faraday. La sovratensione.

Cinetica chimica. La velocit  e lâ€™TM ordine di reazione. Tempo di dimezzamento. Energia di attivazione. Equazione di Arrhenius. Meccanismi di reazione. Processi elementari. Rate-determining step. Catalizzatori.

ESERCITAZIONI NUMERICHE IN AULA: esercizi e dimostrazioni su argomenti trattati nelle lezioni dâ€™TM aula, con le quali sono strettamente coordinate.

ESERCITAZIONI DI LABORATORIO: (1) Caratteristiche di alcuni processi chimici e fisici (reazioni acido/base, salificazione, processi endo/esotermici); (2) Esperimenti di elettrochimica (reazioni redox, pila Daniell, elettrolisi dellâ€™TM acqua); (3) Equilibrio chimico (effetto della concentrazione, della temperatura e dello ione comune) (4) Titolazioni acido-base (titolazioni forte/forte e debole/forte); (5) Distillazione di una soluzione acquosa di acido cloridrico; (6) Ciclo del rame (reazioni redox, acido/base, di precipitazione applicate alla chimica acquosa del rame).

**Modalit  di esame :**

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

**Criteri di valutazione :**

Costituiscono elementi di valutazione della prova scritta 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 unit  di misura associate alle grandezze fisiche utilizzate. Il superamento di questa d  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 capacit  di istituire nessi tra aspetti diversi di un fenomeno chimico. 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 propriet  di espressione nella stesura delle relazioni.

**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 del docente:

<http://www.chimica.unipd.it/mauro.sambi/pubblica/didattica.html>

## CHIMICA INDUSTRIALE 1

(Titolare: Prof. GIANNI CAVINATO)

**Periodo:** III anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 32A+10E+36L; 8,00 CFU

**Prerequisiti :**

Adeguate conoscenze di chimica fisica, organica e Inorganica.

**Conoscenze e abilita' da acquisire :**

L'insegnamento mira a far acquisire allo studente un adeguato livello di conoscenza dei principali processi della chimica industriale.

Lo studente dopo il corso teorico-pratico avrà una visione d'insieme dei principali processi industriali, delle variabili di processo, dei meccanismi di reazione ed inoltre sarà in grado di schematizzare l'impianto del processo.

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

La preparazione sarà ottenuta attraverso un percorso formativo vario che prevede lezioni frontali coadiuvate da videoproiezioni e da brevi filmati, esercizi su bilanci di materia, esercitazioni pratiche di laboratorio finalizzate alla preparazione sperimentale e visite presso aziende con lo scopo di mettere lo studente a contatto con la realtà produttiva.

**Contenuti :**

Catalisi e catalizzatori industriali. Criteri per la condotta delle reazioni industriali.

Syngas da carbone.

Produzione della miscela  $N_2+3H_2$ : processo di idrodesolforazione del metano, steam reforming, reforming secondario, reazione di shift e metanazione.

Sintesi dell'ammoniaca.

Sintesi dell'urea.

Industria dello zolfo: produzione dello zolfo, processo Claus, acido solforico ed oleum.

Sintesi del metanolo.

Perossido di idrogeno: processo all'antrachinone.

Idroformilazione: processi al cobalto e al rodio.

Sintesi dell'acido acetico.

**ATTIVITA' PRATICA.** Preparazione, caratterizzazione e proprietà delle zeoliti A e X. Applicazione di una zeolite come catalizzatore nella disidratazione di un alcool in un reattore a flusso. Preparazione di Pd/C e suo uso nell'idrogenazione dell'acido cinnamico via trasferimento di idrogeno (catalisi in reattore). Esercitazioni applicate ai materiali da costruzione: calce, cemento e additivi. Resine a scambio ionico: determinazione di alcune proprietà chimico fisiche e del tempo di trasformazione di  $CrCl_3 \cdot 6H_2O$  a  $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ .

Determinazione di  $CaCl_2$  in un campione di acqua.

Calcoli. Bilanci di materia in regime stazionario.

**Modalità di esame :**

L'esame finale terrà conto degli esiti riguardanti l'esame orale sui processi industriali, il test scritto sui bilanci di materia e i risultati di laboratorio esposti in una breve relazione. Il voto finale sarà calcolato, in base ai crediti, dalla formula:

$[VOTO_{teoria} + (VOTO_{laboratorio} \times 3/4 + VOTO_{esercitazioni} \times 1/4)] \times 1/2$ .

**Criteri di valutazione :**

Il criterio di valutazione si baserà sulle conoscenze teoriche e pratiche acquisite e sulla capacità di spiegare.

**Testi di riferimento :**

G. W. Parshall, S.D. Iltel, *Homogeneous Catalysis*. Weinheim: Wiley-VCH, 1992

D. M. Himmelblau, J. B. Riggs, *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*. Boston: Pearson Education, inc., 2012

W. Buchner, R. Schliebs, G. Winter, K. H. Bächel, *Chimica Inorganica Industriale*. Padova: Piccin, 1996

E. Stocchi, *Chimica Industriale*. Torino: Edisco, 2005

Fritz Ullmann, *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Weinheim: Wiley-VCH, 1998

B. Cornils, W. Hermann, *Applied Homogeneous Catalysis with Organometallic Compounds*. Weinheim: Wiley-VCH, 1996

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Per la parte teorica: dispensa fornita dal docente e testi consigliati.

Per la parte pratica: dispensa fornita dal docente.

Per le esercitazioni: testo consigliato.

## CHIMICA INDUSTRIALE 2

(Titolare: Prof. VALERIO CAUSIN)

**Periodo:** III anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

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

**Prerequisiti :**

Preparazione di base di Chimica Organica

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Principali processi dell'industria del petrolio; chimica e proprietà dei polimeri; principali apparecchiature dell'industria chimica.

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

Lezioni frontali

**Contenuti :**

Frazionamento del petrolio e raffinazione di combustibili liquidi petroliferi: topping, cracking, reforming, isomerizzazione, alchilazione.

Idrocarburi per l'industria petrolchimica: olefine da steam-cracking, idrocarburi aromatici, butadiene, isoprene, stirene.

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 e della distribuzione dei pesi molecolari.

Transizione vetrosa.

Cristallizzazione dei polimeri.

Trasformazione dei materiali polimerici.

Additivi.

Fibre.

Elastomeri.

Descrizione delle principali apparecchiature dell'industria chimica: valvole, pompe e compressori, scambiatori di calore; colonne di distillazione, di assorbimento e di stripping; reattori chimici.

**Modalita' 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 :**

E. Stocchi, Chimica Industriale Vol.2. : Edisco,

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 :**

I files relativi a tutte le lezioni saranno disponibili on line

---

## CHIMICA INORGANICA

(Titolare: Prof. ANTONINO MORVILLO)

**Periodo:** Il anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

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

**Prerequisiti :**

Sono richieste adeguate conoscenze di termodinamica e di chimica generale.

**Conoscenze e abilita' da acquisire :**

Il corso si propone di fornire nozioni su sintesi, reattivit  e struttura dei principali elementi e delle principali classi di composti inorganici e, attraverso alcune esperienze di laboratorio su argomenti trattati nel corso d'aula, le competenze necessarie per l'esecuzione delle fondamentali operazioni e procedure usate in chimica inorganica.

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

Lezioni frontali ed esercitazioni di laboratorio.

**Contenuti :**

Solidi Inorganici.

Solidi cristallini e amorfi. Struttura cristallina. Reticoli cristallini e loro classificazione secondo il tipo di legame. Solidi ionici. Energia reticolare e stabilit , termica. Solubilit  e polarizzabilit . Solidi Covalenti. Solidi metallici.

Elementi dei blocchi s e p.

Verr  completata la trattazione svolta nel corso di Chimica Generale ed Inorganica con particolare riferimento agli argomenti seguenti: propriet  del gruppo, variazioni al suo interno, stati di ossidazione e valenze principali, metodi di preparazione degli elementi principali, sintesi e reattivit  dei composti pi  comuni con particolare riferimento a idruri, ossidi, alogenuri e composti metallorganici.

Elementi dei gruppi d.

Caratteristiche generali. Posizione nel sistema periodico. Configurazione elettronica di atomi e ioni. Teoria del campo cristallino. Effetto del campo sulle propriet  geometriche, magnetiche e termodinamiche. Serie spettrochimica dei leganti. Applicazione a complessi della teoria dell'orbitale molecolare. Leganti di tipo sigma. Leganti di tipo pi greco. Molecole modello: ossido di carbonio, fosfine, olefine, cianuri. Differenze tra la prima serie di transizione e la seconda e terza. Propriet  dei singoli gruppi. Stati di ossidazione e stereochimica. Principali composti. Metodi di sintesi. Reattivit . Attivit  catalitica in sistemi omogenei.

**Modalita' di esame :**

Orale o, su richiesta, accertamenti periodici effettuati mediante compiti scritti.

**Criteri di valutazione :**

Saranno valutate la comprensione degli argomenti svolti e la capacit  di applicare i concetti e le metodologie trattate.

**Testi di riferimento :**

J. D. Lee, Chimica Inorganica. : Piccin, 2000

C. E. Housecroft, A. G. Sharpe Pearson Education Limited, Inorganic Chemistry. : Pearson Education Limited, 2001

P. Atkins, T. Overton, J. Rourke, M. Weller, F. Armstrong, Chimica Inorganica. : Zanichelli, 2012

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Appunti di lezione.

Dispense di laboratorio.

---

## CHIMICA INORGANICA APPLICATA

(Titolare: Prof. GIANNI CAVINATO)

**Periodo:** III anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

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

**Prerequisiti :**

Adeguate conoscenze di Chimica Generale, Chimica Organica e Chimica Inorganica.

**Conoscenze e abilita' da acquisire :**

Il Corso si propone di fornire allo studente una solida preparazione nei principali settori della chimica inorganica applicata.

Al termine del corso lo studente avr  una visione d'insieme dei composti inorganici applicati all'industria, in modo particolare acquisir 

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

La preparazione specifica sarà ottenuta attraverso un percorso formativo vario che prevede lezioni in aula coadiuvate da videoproiezioni, brevi filmati e visite presso aziende al fine di mettere lo studente a contatto con la realtà di un processo industriale.

**Contenuti :**

Acido cloridrico: produzione industriale e usi.  
Fosforo e acido fosforico: produzione e usi.  
Materiali leganti per l'edilizia: calce, gesso, cemento, calcestruzzo e additivi.  
Vetro: composizione, produzione, proprietà e usi.  
Materiali ceramici tradizionali e avanzati: produzione, proprietà e usi.  
Ghisa e acciaio: produzione, proprietà e usi.  
Alluminio: produzione, proprietà, leghe, usi.  
Zeoliti: struttura, composizione, proprietà e usi.  
Resine a scambio ionico: tipi, proprietà e usi.  
Acque naturali e reflue: tipi e trattamenti.

**Modalità di esame :**

Esame orale.

**Criteri di valutazione :**

Il criterio di valutazione si baserà sulle conoscenze acquisite e sulla capacità di spiegare.

**Testi di riferimento :**

W. Buchner, R. Schliebs, G. Winter, K.H. Bäckel, *Chimica Inorganica Industriale*. Padova: Piccin, 1996  
Stocchi, *Chimica industriale Inorganica vol.I*. Torino: Edisco, 2005  
W. F. Smith, J. Hashemi, *Scienza e Tecnologia dei materiali*. Milano: McGraw-Hill, 2008  
Fritz Ullmann, *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Weinheim: Wiley-VCH, 1998

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Dispensa fornita dal docente e testi consigliati.

---

## CHIMICA ORGANICA 1

(Titolare: Prof.ssa GIULIA MARINA LICINI) - Mutuato da: Laurea in Chimica (Ord. 2014)

**Periodo:** I anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 72A+10E; 10,00 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

---

## CHIMICA ORGANICA 2

(Titolare: Prof. FERNANDO FORMAGGIO) - Mutuato da: Laurea in Chimica (Ord. 2014)

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

**Prerequisiti :**

Conoscenza dei fondamenti forniti dal corso di Chimica Organica I

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Completamento della preparazione di base fornita dal corso di Chimica Organica I circa le caratteristiche e le proprietà 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 (fosfolipidi, amminoacidi, carboidrati e nucleotidi), utili per affrontare lo studio della Chimica Biologica (II semestre).

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

Sono previste lezioni frontali per 48 ore e 48 ore di esercitazioni di laboratorio. Nelle lezioni in aula si privilegerà l'uso della lavagna. Saranno comunque forniti agli studenti tutti i file elettronici proiettati durante le lezioni.

**Contenuti :**

Aromaticità, sostituzioni elettrofile aromatiche, effetti di attivazione e orientamento.  
Reazioni di sostituzione nucleofila aromatica. Reazioni degli acidi carbossilici.  
Derivati degli acidi carbossilici e loro reazioni.  
Reattività di aldeidi e chetoni.  
Cenni sulla chimica organica di carboidrati, lipidi, amminoacidi, proteine ed 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

**Modalità di esame :**

Durante lo svolgimento del corso sono effettuati accertamenti periodici mediante compiti scritti con domande a scelta multipla e a risposta aperta. Saranno incluse anche domande su quanto svolto nel corso parallelo di laboratorio. In carenza o insufficienza degli accertamenti periodici lo studente dovrà sostenere un esame finale in forma orale.

**Criteri di valutazione :**

Sarà valutata la capacità di riconoscere e distinguere le diverse classi di composti organici e di derivarne le proprietà chimico-fisiche analizzando la loro struttura chimica.

**Testi di riferimento :**

Bruice P. Y., Chimica organica, Napoli, EdiSES, 2012

## CHIMICA ORGANICA APPLICATA

(Titolare: Prof.ssa CRISTINA PARADISI)

**Periodo:** III anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A+12L; 6,00 CFU

**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 :**

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

1 CFU: Laboratorio: esercitazione di separazione mediante cromatografia di due composti incogniti forniti in miscela e loro caratterizzazione mediante acquisizione ed analisi degli spettri 1H-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. Cenni su NMR dinamico.

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, D. J. Kiemle, D. L. Bryce, Identificazione spettrometrica dei composti organici. Milano: Casa Editrice Ambrosiana, 2016

P. Y. Bruice, Chimica Organica. : EdiSES, 2012

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Sulla piattaforma moodle del DISC il docente caricherà tutto il materiale didattico presentato a lezione (teoria ed esercizi).

## FISICA GENERALE 1

(Titolare: Dott. ANDREA SANSON)

**Periodo:** I anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A+10E; 6,00 CFU

**Prerequisiti :**

Adeguate conoscenze dei contenuti del corso propedeutico (Matematica). Ovvero trigonometria ed elementi di calcolo integrale e differenziale.

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Il corso Ã finalizzato all'acquisizione delle conoscenze di base di Meccanica nonch al raggiungimento della capacit di risolvere quantitativamente esercizi sugli stessi argomenti.

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

Lezioni frontali con esercizi alla lavagna.

**Contenuti :**

Grandezze fisiche e unit di misura. Elementi di calcolo vettoriale.

Cinematica del punto: velocit ed accelerazione, moto rettilineo, moto nel piano e nello spazio, caduta libera dei gravi, moto circolare. Moti relativi (cenni).

Dinamica del punto: principio di inerzia e concetto di forza, leggi di Newton, equilibrio statico e reazioni vincolari, forza peso, forze elastiche e moto armonico, forza di attrito, piano inclinato, pendolo semplice.

Lavoro ed energia: lavoro di una forza, potenza, energia cinetica, forze conservative, energia potenziale e conservazione dell'energia meccanica.

Momento di una forza e momento angolare. Forze centrali. Forza gravitazionale.

Dinamica dei sistemi di punti materiali: forze esterne ed interne, centro di massa, teorema del centro di massa, teorema del momento angolare, sistema di riferimento del centro di massa e sue propriet , primo e secondo teorema di Konig. Fenomeni d'urto.

Dinamica del corpo rigido: rotazioni attorno ad un asse fisso, momento d'inerzia, lavoro ed energia cinetica di un corpo rigido, teorema di Huygens-Steiner.

Meccanica dei fluidi: pressione, legge di Stevino, principio di Archimede, regime stazionario, fluidi ideali, legge della portata, teorema di Bernoulli, moto laminare e legge di Hagen-Poiseuille.

**Modalit di esame :**

Prova scritta e orale.

**Criteri di valutazione :**

Prova scritta che prevede la soluzione di esercizi di Meccanica e successiva prova orale sui contenuti del Corso elencati nel programma. Il superamento delle due prove scritte parziali durante il corso equivale al superamento della prova scritta dell'esame. In tal caso, la prova orale potr essere sostituita da un questionario scritto.

**Testi di riferimento :**

R. A. Serway, J.W. Jewett, *Fisica per Scienze ed Ingegneria - Volume 1 (IV edizione)*.. : Napoli: EdiSES s.r.l., 2009

P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, *Elementi di Fisica - Meccanica e termodinamica (II edizione)*.. : Napoli: EdiSES s.r.l., 2008

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Dispense (slides del corso) fornite dal docente.

Prove scritte risolte degli anni passati.

## FISICA GENERALE 2

(Titolare: Prof. MARCO MATONE)

**Periodo:** Il anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A+10E; 6,00 CFU

**Prerequisiti :**

Adeguate conoscenze dei contenuti dei seguenti insegnamenti: "Matematica" e "Fisica generale 1".

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Buona conoscenza degli argomenti di elettromagnetismo e adeguata capacit di risolvere problemi sugli stessi argomenti.

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

Lezioni frontali.

**Contenuti :**

- Elettrocit 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 e sue applicazioni. Condensatori. Dielettrici.

Correnti elettriche. Legge di Ohm. Legge di Joule. Circuiti RC. Semiconduttori.

- Magnetismo e elettromagnetismo:

Campo magnetico. Legge di Biot Savart. Forza di Lorentz.

Momento di dipolo magnetico. Dipolo magnetico in campo magnetico. Teorema di Ampere.

Legge di Faraday. Induttanza. Circuiti RLC. Oscillazioni.

Proprietà magnetiche della materia. Paramagnetismo, diamagnetismo, ferromagnetismo.

Campi elettromagnetici indotti. Equazioni di Maxwell.

**Modalità di esame :**

Prova scritta e orale

**Criteri di valutazione :**

Prova scritta e successiva prova orale sui contenuti del Corso elencati nel programma. Il superamento delle prove scritte sostenute durante il corso equivale al superamento della prova scritta d'esame.

**Testi di riferimento :**

P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, *Elementi di Fisica - Elettromagnetismo*. : EdiSES,

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Nessuna

## FORMAZIONE PER LE SCELTE PROFESSIONALI

---

(Titolare: Prof.ssa GIULIA MARINA LICINI) - Mutuato da: Laurea in Chimica (Ord. 2014)

**Periodo:** III anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** +10E; 1,00 CFU

## IGIENE E ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO

---

(Titolare: Prof. ANDREA TREVISAN)

**Periodo:** II anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 72A+8L; 9,00 CFU

**Prerequisiti :**

Nessuno

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Igiene Industriale

Lo studente deve acquisire le conoscenze necessarie a comprendere i pericoli (e i rischi correlati) presenti negli ambienti di lavoro (chimici, fisici e biologici) compresi i laboratori di ricerca. Viene istruito sulle metodiche per una valutazione dell'esposizione sia ambientale che biologica.

Modulo per Ingegneria della Sicurezza 1 CFU (Prof. Maschio)

Pericolosità nell'uso e manipolazione di sostanze chimiche

Lettura delle schede di sicurezza

Cenni sui processi di combustione

Proprietà dei composti : Infiammabilità , limiti di esplosività , tossicità , compatibilità e reattività sostanze chimiche.

Limiti di vulnerabilità di persone esposte a irraggiamento termico, onde di pressione, rilasci tossici.

Utilizzo di software dedicato.

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

Lezioni frontali. Esercitazioni in aula. Discussione di casi di studio.

**Contenuti :**

Igiene Industriale

Legislazione esistente nel campo dell'igiene del lavoro, degli infortuni e delle malattie professionali; strutture tecniche e sanitarie preposte ai controlli e alla tutela.

L'accertamento di igiene industriale: ispezione e indagine preliminare; le schede tecnico-tossicologiche; strategie e programmazione delle indagini ambientali. La valutazione dei rischi in ambiente di lavoro: significato e procedure.

Tecniche di campionamento di polveri, fibre, fumi, gas e vapori: campionamenti istantanei, sequenziali, integrati e continui; campionamenti d'area e personali, attivi e passivi.

Metodi di misura e di valutazione di inquinanti fisici: rumore, vibrazioni, microclima, illuminazione, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti. Elementi di ergonomia.

Le massime concentrazioni tollerabili: i TLVs per sostanze chimiche (TLV-TWA, TLV-STEL, TLV-C); TLV per miscele e sostanze cancerogene; i limiti per inquinanti fisici. Modalità di definizione e significato dei valori limite e dei valori di riferimento.

Limiti di legge in Italia.

La sicurezza nei luoghi di lavoro: nozioni di anti-infortunistica.

Inquinamento degli ambienti confinati e dell'ambiente di vita.

Tecniche di prevenzione primaria e secondaria. I dispositivi di protezione individuale.

Cenni di tossicologia industriale: assorbimento, distribuzione, metabolismo ed escrezione dei tossici. Il monitoraggio biologico: indicatori di dose e di effetto.

Modulo per Ingegneria della Sicurezza 1 CFU (Prof. Maschio)

Pericolosità nell'uso e manipolazione di sostanze chimiche

Lettura delle schede di sicurezza

Cenni sui processi di combustione

Proprietà dei composti : Infiammabilità , limiti di esplosività , tossicità , compatibilità e reattività sostanze chimiche.

Limiti di vulnerabilità di persone esposte a irraggiamento termico, onde di pressione, rilasci tossici.

Utilizzo di software dedicato.

**Modalità di esame :**

Prova scritta (scelta multipla)

**Criteri di valutazione :**

In base alle conoscenze acquisite e alla capacità di comprensione delle informazioni fornite durante il corso.

**Testi di riferimento :**

Andrea Trevisan, *Rischi da agenti chimici, fisici e biologici*. Padova: Libreria Progetto, 2011

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

appunti di lezione e testo consigliato.

---

**LABORATORIO DI CHIMICA FISICA**

(Titolare: Prof. VINCENZO AMENDOLA)

**Periodo:** Il anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 16A+48L; 6,00 CFU

**Prerequisiti :**

Conoscenze di base di matematica, fisica e chimica fisica.

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Apprendimento del "metodo sperimentale" per la misura di grandezze fisiche con relative incertezze. Verifica e consolidamento di concetti della Termodinamica e della Spettroscopia. Capacità di redigere relazioni scientifiche sul lavoro svolto.

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

Lezioni teoriche introduttive in aula seguite da esperienze di laboratorio.

**Contenuti :**

- Lezioni in aula:

Cenni alla teoria degli errori nelle misure di laboratorio.

Cenni all'uso di strumenti informatici per l'analisi dei dati.

Teoria della Conduttività ionica in soluzione.

Processi diffusivi in fase liquida.

Richiamo alle Spettroscopie di assorbimento UV-Vis e di emissione di fluorescenza.

Sistemi elettrochimici e termodinamica di equilibrio, variazioni di G, H e S legati a processi redox.

Illustrazione delle esperienze, delle metodologie e della strumentazione con particolare riguardo alla elaborazione dei dati sperimentali.

- Esperienze di laboratorio:

Sono programmate 6 esperienze:

Determinazione della conduttività ionica di un elettrolita forte in fase acquosa;

Determinazione del coefficiente di diffusione di una molecola colorante in fase acquosa (via UV/VIS);

Studio dei fenomeni di quenching collisionale della fluorescenza;

Nanosensore per la quantificazione colorimetrica di un peptide;

Determinazione di grandezze termodinamiche da misure di f.e.m. di una pila;

Determinazione di grandezze termodinamiche da misure di ciclovoltammetria.

**Modalità di esame :**

Esame orale con discussione delle relazioni sulle esperienze di laboratorio.

**Criteri di valutazione :**

Capacità di esporre gli argomenti durante l'esame orale e capacità di redigere delle relazioni scientifiche sulle esperienze di laboratorio svolte.

**Testi di riferimento :**

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

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Dispense dei docenti e articoli specialistici consigliati a lezione.

---

**LINGUA INGLESE**

(Titolare: Prof. VALERIO CAUSIN)

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

---

**MATEMATICA**

(Titolare: Dott. ROBERTO BERTELLE)

**Periodo:** I anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 64A+70E; 15,00 CFU

**Prerequisiti :**

Nessuno

**Conoscenze e abilita' da acquisire :**

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

**Attivita' 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.

**Modalita' 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

---

**SICUREZZA NEI LABORATORI**

(Titolare: Prof. SAVERIO SANTI)

**Periodo:** I anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 8A; 1,00 CFU