



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**SCUOLA DI SCIENZE**

**Bollettino Notiziario**

Anno Accademico 2018/2019

**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 :

È 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 da svolgersi in due ore. Verranno formulate venti domande sul programma svolto. Alcune di queste saranno domande aperte, altre a scelta multipla. Verranno considerati anche esercizi di cinetica enzimatica con calcolo numerico.

### **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 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:

Aminoacidi, peptidi e proteine:

-Proprietà chimico-fisiche di aminoacidi e peptidi, conformazione delle proteine. Aminoacidi 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 :**

L'esame comprenderà una prova scritta che verterà sugli argomenti trattati in aula.

**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 :**

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

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

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

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

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

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Dispense e appunti di lezione.

## CHIMICA E TECNOLOGIA DELLA CATALISI

(Titolare: Prof. MARCO ZECCA)

**Periodo:** 1 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 " 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 sarà rivolta alle relazioni fra struttura molecolare e prestazione catalitica. Nel caso dei catalizzatori eterogenei l'attenzione sarà rivolta alla loro costituzione, ai principali parametri morfologici e chimico-fisici da cui dipende la prestazione catalitica, ai problemi di stabilità 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 stereochimica delle reazioni, come preservare o ripristinare la loro attività e selettività .

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

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

### Contenuti :

Cenni di cinetica chimica.

Attività e selettività 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  $\pi^4$ -eliminazione.

Idroformilazione: basicità e ingombro sterico delle fosfine (parametro elettronico, angolo di cono) e loro ruolo nei catalizzatori modificati.

Sintesi industriale dell'acido acetico per carbonilazione del metano.

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: funzionalità, natura chimica e costituzione dei catalizzatori.

Fisisorbimento: misura dell'area superficiale di solidi.

Chemisorbimento: generalità 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'attività catalitica.

Principali fenomeni di disattivazione dei catalizzatori eterogenei e loro rigenerazione.

Zeoliti: microporosità, selettività di forma, disattivazione e rigenerazione in continuo nel processo FCC.

Marmitte catalitiche: generalità, catalizzatori a "tre vie".

Processo SCR

Catalisi bifunzionale: reforming catalitico.

### Modalità di esame :

Esame orale

### Criteri di valutazione :

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 appropriato del linguaggio, di concetti teorici e modelli.

### Testi di riferimento :

Rothenberg, Gadi, Catalysis-Concepts and green applications. Weinheim: Wiley-VCH, 2008

Roel Prins, Anjie Wang, Xiang Li, Introduction to Heterogeneous Catalysis. London: World Scientific Publishing, 2016

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

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

### Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispensa del docente sulla parte di catalisi eterogenea.

(Titolare: Prof. GIUSEPPE ZAGOTTO)

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

**Prerequisiti :**

Chimica organica: proprietà delle molecole organiche (acidità/basicità, polarità, proprietà dei gruppi funzionali); fondamenti di biochimica: amminoacidi e proteine (strutture, stabilità, individuazione del sito attivo).

**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.

Ogni anno vengono trattati alcuni capitoli basilari: legami farmaco-substrato, recettori, metabolismo.

Chimica organica in chimica farmaceutica: si considereranno le sintesi di diversi farmaci.

E' richiesta la capacità di esporre chiaramente i punti fondamentali di un argomento trattato e di saperli anche discutere anche per quanto riguarda la 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. Discussione di due argomenti del programma: uno scelto dallo studente e uno dall'esaminatore.

**Criteri di valutazione :**

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

**Testi di riferimento :**

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

Foye - Lemke - Zito - Roche - Williams, Principi di chimica farmaceutica - L'essenziale. Padova: Piccin, 2017

**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 più 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. Il voto finale terrà conto degli esiti delle prove parziali scritte (o della prova finale scritta) e della 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 le loro energie. 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, in alcuni casi, 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 Schroedinger. 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  $\pi^1$  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 seguita da colloquio orale. In alcuni casi (tipicamente appelli con pochissimi studenti iscritti) sarà possibile concordare col docente un esame con una sola prova.

### 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, Chimica Fisica. : Zanichelli, 2012  
Peter Atkins, Julio De Paula, Physical Chemistry. : Oxford University Press, 2010

### 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. SAVERIO SANTI)

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

### Prerequisiti :

L'insegnamento richiede 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 dell'insegnamento (1 CFU, 10 ore di attività per ogni studente) è dedicata ad altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro, come previsto dal Regolamento delle Attività Didattiche (RAD). Gli studenti dovranno risolvere una problematica industriale proposta da un'azienda, presentando i risultati in un work project.

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

Le lezioni teoriche e gli esercizi in aula sono svolti con l'ausilio della proiezione di diapositive, integrati da alcuni esperimenti di cinetica chimica eseguiti da gruppi di 2-3 studenti, che presenteranno relazioni scritte dei risultati ottenuti in laboratorio.

Gli studenti, suddivisi in gruppi di 5-6, svilupperanno un work project collaborando con le aziende. E' previsto almeno un incontro in azienda. I docenti del Corso di Laurea saranno disponibili a supportare il lavoro degli studenti, tenendo conto delle tematiche da affrontare e valutando con le aziende il risultato finale.

### **Contenuti :**

#### **Parte A (4 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.

#### **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.

#### **PARTE C (1 CFU)**

Work Project. L'obiettivo è rafforzare il contatto tra gli studenti e il mondo del lavoro consentendo agli studenti di applicare le conoscenze acquisite a reali problematiche aziendali. In particolare, si intende realizzare un'occasione di confronto tra studenti e imprese del Veneto, consentendo agli studenti di elaborare proposte originali per affrontare problematiche specifiche avanzate direttamente dalle imprese, attraverso un work project.

#### **Modalità di esame :**

L'acquisizione delle conoscenze e delle abilità attese viene verificata con una prova orale sugli argomenti svolti a lezione e sulle esperienze condotte in laboratorio:

1. 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: trasporto di quantità di moto dei fluidi ideali, trasporto di calore e irraggiamento;
2. teorie cinetiche: effetto della temperatura e del solvente, reazione tra ioni ed effetto della forza ionica, reazioni di trasferimento elettronico in fase omogenea;
3. discussione sulle esperienze di laboratorio: cinetica di idrolisi di un alogenuro alchilico terziario, effetto della temperatura e del solvente, cinetica di scambio della N,N-dimetilpropionammide via NMR dinamico.
4. gli studenti presenteranno il work project e sarà organizzato un incontro di presentazione dei lavori svolti aperto a docenti, studenti e aziende coinvolte.

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

La verifica delle conoscenze e delle abilità acquisite si baserà sui seguenti criteri:

1. comprensione degli argomenti svolti a lezione;
2. capacità di ricavare la legge cinetica delle principali tipologie di reazioni complesse e d'illustrare le principali teorie cinetiche;
3. capacità di impostare e risolvere il bilancio per le proprietà fisiche più importanti per le quali vale il principio di conservazione;
3. capacità di eseguire in laboratorio esperimenti di cinetica chimica;
4. capacità di redigere relazioni chiare e concise;
5. capacità di risolvere una problematica industriale proposta da un'azienda, presentando i risultati in un work project.

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

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

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

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

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

Le dispense dei docenti e le slide usate a lezione vengono messe a disposizione dello studente su moodle. 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 Ã presentare le possibili applicazioni della chimica in ambito giudiziario. I cenni di legislazione consentiranno allo studente di comprendere le problematiche peculiari dell'attivitÃ del chimico forense sia per quanto riguarda la realizzazione degli accertamenti sia per ciÃ² che concerne l'interpretazione delle risultanze.

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

Lezioni frontali

**Contenuti :**

Cenni di legislazione

La chimica forense nel processo civile e penale

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

**ModalitÃ di esame :**

Scritto. Dieci domande aperte sui concetti chiave del corso.

**Criteri di valutazione :**

L'esame sarÃ 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 abilitÃ 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€™acquisizione degli elementi di base della stechiometria, cioÃ² degli aspetti numerici dei piÃ¹ semplici concetti chimici. Le esperienze di laboratorio consentono lâ€™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, nonchÃ© la familiarizzazione con vetreria ed altre semplici apparecchiature e con le procedure di uso piÃ¹ comune nei laboratori chimici.

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

Lezioni in aula; esercitazioni numeriche in aula; esercitazioni di laboratorio. Una o due ore alla settimana sono generalmente riservate alle domande libere degli studenti, alla revisione di concetti complessi appresi durante la settimana, agli approfondimenti facoltativi.

**Contenuti :**

LEZIONI Dâ€™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. UnitÃ 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 dell'atomo secondo la meccanica quantistica. Atomo di Bohr e suoi limiti. Principio di indeterminazione di Heisenberg. DualitÃ onda-particella. Funzione d'onda. Equazione di SchrÃ¶dinger e sue soluzioni per l'atomo monoelettronico. Orbitali atomici. Spin dell'elettrone. Introduzione agli atomi polielettronici. Modello a gusci dell'atomo. Principio dell'Aufbau. Principio di esclusione di Pauli. Regola di Hund.

ProprietÃ periodiche: raggio atomico e ionico, energia di ionizzazione, affinitÃ elettronica, elettronegativitÃ. Stechiometria degli idruri e degli ossidi binari. ProprietÃ acido/base degli ossidi.

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

Cenno 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 velocitÃ 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 spontaneitÃ 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. ProprietÃ colligative.

Elettrochimica. Potenziale standard di riduzione. Equazione di Nernst. Le pile. Corrosione e protezione dalla corrosione. L'elettrolisi.

Leggi di Faraday. La sovratensione.

Cinetica chimica. La velocitÃ e l'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 d'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 dell'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).

**Modalità di esame :**

L'esame consiste di tre parti.

(a) Una prova scritta della durata di tre ore, che richiede la risoluzione di tre esercizi articolati, ciascuno dei quali combina diverse conoscenze e competenze apprese prevalentemente nella parte di esercitazioni, e la risposta ad alcuni quesiti di nomenclatura inorganica. Entro un anno solare dal superamento (con un punteggio di almeno 17/30), la prova scritta dà accesso

(b) alla prova orale, in cui vengono valutate le conoscenze e competenze acquisite dallo studente prevalentemente nella parte teorica del corso, tipicamente mediante tre domande, per una durata globale tipica di 20-30 minuti. Due esiti negativi della prova orale impongono la ripetizione della prova scritta.

(c) L'attività di laboratorio viene infine valutata sulle relazioni scritte prodotte dallo studente, compilate rispettando una griglia predefinita di quesiti.

Il voto finale è la media pesata delle valutazioni conseguite nelle tre prove, con pesi pari al 38%, 46% e 16%, rispettivamente.

**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 unità di misura associate alle grandezze fisiche utilizzate. 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. L'acquisizione dei contenuti delle esperienze di laboratorio viene valutata sulla base della correttezza, completezza, concisione e proprietà 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,

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

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

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

**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 abilità 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<sub>2</sub>+3H<sub>2</sub>: processo di idrodesolforazione del metano, steam reforming, reforming secondario, reazione di shift e metanazione.

Sintesi dell'ammoniaca.

Sintesi dell'urea.

L'industria dello zolfo: produzione dello zolfo, processo Claus, acido solforico ed oleum.

Acido cloridrico: produzione industriale.

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  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  a  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ . Determinazione di  $\text{CaCl}_2$  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:  
 $[\text{VOTOteoria} + (\text{VOTOlaboratorio} \times 3/4 + \text{VOTOesercitazioni} \times 1/4)] \times 1/2$ .

#### **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

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

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

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

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

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

#### **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 :**

Aver seguito con profitto il corso di Chimica Organica 1

#### **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.

#### **Modalità di esame :**

Orale. Le domande verteranno su argomenti sia di petrolchimica/impianti chimici, sia di chimica dei polimeri.

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

Gli studenti dovranno dimostrare di avere acquisito le conoscenze relative ai contenuti dell'insegnamento e la capacità 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 :**

Le diapositive mostrate a lezione saranno rese disponibili agli studenti

## **CHIMICA INORGANICA**

(Titolare: Dott. PAOLO CENTOMO)

**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 abilità da acquisire :**

Il corso si propone di fornire nozioni su sintesi, reattività 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.

**Attività 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 stabilità, termica. Solubilità e polarizzabilità. Solidi Covalenti. Solidi metallici.

Elementi dei blocchi s e p.

Verrà completata la trattazione svolta nel corso di Chimica Generale ed Inorganica con particolare riferimento agli argomenti seguenti: proprietà del gruppo, variazioni al suo interno, stati di ossidazione e valenze principali, metodi di preparazione degli elementi principali, sintesi e reattività dei composti più 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 proprietà 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. Proprietà dei singoli gruppi. Stati di ossidazione e stereochemica. Principali composti. Metodi di sintesi. Reattività. Attività catalitica in sistemi omogenei.

**Modalità di esame :**

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

**Criteri di valutazione :**

Saranno valutate la comprensione degli argomenti svolti e la capacità 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

Greenwood, Norman Neill; Earnshaw, Alan, Chemistry of the elements. Oxford [etc.]: Elsevier/ Butterworth Heinemann, 1998

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 abilità 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 avrà una visione d'insieme dei composti inorganici applicati all'industria, in modo particolare acquisirà informazioni sui metodi di preparazione, sulla correlazione tra proprietà e struttura, sull'impatto ambientale e sulla qualità della vita.

**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 :**

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. Bächel, Chimica Inorganica Industriale. Padova: Piccin, 1996

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

Stocchi, Chimica industriale Inorganica vol.I. Torino: Edisco, 2005

W. F. Smith, J. Hashemi, Scienza e Tecnologia dei materiali. Milano: McGraw-Hill, 2008

**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 :**

Conoscenza della Tavola Periodica degli Elementi e del suo significato; conoscenza di base sulla termodinamica e cinetica che regolano un processo chimico. legame chimico e strutture di Lewis; teoria del VB e MO; orbitali ibridi del carbonio

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Al termine del corso gli studenti dovranno:

(1) aver compreso gli aspetti generali più 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 reattività e le proprietà delle più comuni classi di composti organici monofunzionali.

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

il corso prevede lezioni frontali ed esercitazioni in aula. Saranno inoltre svolti test di autovalutazione al termine degli argomenti e simulazioni in classe del compito finale.

**Contenuti :**

Strutture atomiche e molecolari;

Nomenclatura. Regole base per denominare composti organici semplici: alcani, cicloalcani, alogenuri, nitroalcani, eteri, alcheni, alchini, composti aromatici.

Geometrie tridimensionali, interazioni intermolecolari, proprietà fisiche

Orbitali molecolari 1. Ibridizzazione, orbitali molecolari a due centri

Stereochimica. Simmetria, Chiralità e stereogenicità. Descrittori di configurazione assoluta e relativa.

Reazioni di trasferimento protonico. Introduzione ai meccanismi di reazione.

I processi elementari. Teoria dell'orbitale molecolare e reazioni chimiche.

Nomenclatura dei gruppi funzionali principali: alcoli, amine, chetoni, aldeidi, acidi carbossilici e derivati.

Reazioni a più passaggi: SN1 e E1.

Reazioni di sostituzione nucleofila e eliminazioni. Competizione tra SN2, SN1, E2, and E1. Reazioni utili in sintesi organica.

Addizione elettrofila a legami non polari: addizione di acidi di Brønsted, reazioni che coinvolgono stati di transizione ciclici. Reazioni radicaliche. Concetti di basi di sintesi organica. Sistemi estesi, coniugazione e aromaticità.

**Modalità di esame :**

L'esame di chimica organica 1 consiste in una prova scritta costituita da domande a risposta multipla e/o a risposta aperta, eventualmente integrati da colloqui orali. Durante il corso potranno essere effettuate delle prove di accertamento in itinere

**Criteri di valutazione :**

La valutazione della preparazione dello studente si baserà sulla comprensione degli argomenti svolti, sull'acquisizione dei concetti proposti e sulla capacità di applicarli alla sintesi di strutture molecolari organiche monofunzionali.

**Testi di riferimento :**

D.E. Klein, Organic Chemistry, Student Study Guide and Solution Manual, 2nd Edition. USA: Wiley, 2015

Janice Gorzynsky Smith, Organic Chemistry, Fifth Edition. : McGraw Hill Education, 2017

D. E. Klein, Organic Chemistry, 3rd Edition. USA: Wiley, 2017

Paula Y. Bruice, Chimica Organica, terza Edizione. : Edises, 2017

D.E. Klein, Organic Chemistry, 2nd Edition. USA: Wiley, 2015

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Dispense del docente e-learning (MOODLE DISC) <http://www.chimica.unipd.it>

## 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+10E+48L; 10,00 CFU

**Prerequisiti :**

Conoscenza dei fondamenti forniti dal corso di Chimica Organica I ed in particolare: struttura, proprietà e nomenclatura di alcani, alcheni, alchini, alogenuri, alcoli ed eteri; elementi di stereochimica; sostituzioni ed eliminazioni nucleofile.

**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. Attraverso lo studio delle principali classi di reazioni dei composti organici lo studente sarà in grado di prevedere la reattività di una molecola organica e proporre strategie di sintesi dei composti studiati. 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 i file elettronici utilizzati in alcune lezioni.

Le esperienze condotte in laboratorio consentiranno di toccare con mano le proprietà delle molecole organiche e di mettere in pratica alcune delle reazioni affrontate nelle lezioni d'aula.

**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 :**

Lo studente può scegliere di effettuare l'esame secondo due modalità :

A) due test scritti parziali, uno a metà ed un secondo alla fine del corso d'aula. Ogni test contiene 10 domande a scelta multipla e 10 a risposta aperta. Nel secondo test sono incluse 4-5 domande relative alle esperienze di laboratorio. Il voto finale è dato dalla media dei due test più un eventuale incremento (1-2 punti) derivante dal giudizio sull'attività di laboratorio e sulle relative relazioni.

B) Esame orale negli appelli ufficiali delle sessioni d'esame. Il voto terrà conto anche del giudizio sull'attività di laboratorio e sulle relative relazioni.

**Criteri di valutazione :**

Sarà valutata la capacità di

(i) riconoscere e distinguere le diverse classi di composti organici,

(ii) derivare le proprietà di una molecola analizzandone la struttura chimica,

(iii) applicare le reazioni apprese a sintesi organiche che prevedano passaggi.

**Testi di riferimento :**

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

Klein D. R., Organic Chemistry. : Wiley, 2017

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Si consiglia vivamente lo studio sistematico in un libro di chimica organica. Gli appunti presi durante le lezioni d'aula consentiranno di verificare immediatamente il grado di comprensione della materia.

I file utilizzati a lezione e tutto il materiale didattico relativo alle esperienze di laboratorio sarà reso disponibile nella piattaforma Moodle.

## 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: Prof. PIERO GIUBILATO)

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

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

Lezioni frontali con esercizi alla lavagna.

**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. 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 proprietà, primo e secondo teorema di König. 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.

**Modalità 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 d'esame. In tal caso, la prova orale potrà essere sostituita da un questionario scritto.

**Testi di riferimento :**

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

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

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

**Prerequisiti :**

Conoscenza del calcolo differenziale e integrale. Matrici e determinanti. Calcolo vettoriale. Conoscenza dei tre principi della dinamica e loro applicazioni. Moto uniformemente accelerato, moto armonico. Concetto di forza conservativa. Energia cinetica e energia potenziale. Quantità di moto e momento angolare. Principali proprietà dell'interazione gravitazionale.

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

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

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

Lezioni frontali. Coinvolgimento degli studenti nella risoluzione dei problemi. Richiamo ai possibili utilizzi degli argomenti studiati in

ambito sociale, culturale, sicurezza e sanitario.

**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.

Propriet  magnetiche della materia. Paramagnetismo, diamagnetismo, ferromagnetismo.

Campi elettromagnetici indotti. Equazioni di Maxwell.

**Modalit  di esame :**

Test scritto con 2 problemi da risolvere. Uno su argomenti di elettrostatica, l'altro di elettromagnetismo. Tipicamente ogni problema   suddiviso in 3-4 punti. Vi sono inoltre due domande di teoria. Il tempo a disposizione per la risoluzione   di circa due ore. A richiesta dello studente   possibile la prova 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,  Elements of Fisica - Elettromagnetismo . : EdiSES,

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Ampio materiale relativo ai problemi d'esame   riportato in Moodle.

---

## FORMAZIONE PER LE SCELTE PROFESSIONALI

(Titolare: Prof.ssa CAMILLA FERRANTE) - Mutuato da: Laurea in Chimica (Ord. 2014)

**Periodo:** III anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

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

---

## IGIENE E ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO

(Titolare: Prof. ANDREA TREVISAN)

**Periodo:** Il anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

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

**Prerequisiti :**

Nessuno

**Conoscenze e abilita' 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.

Economia e Organizzazione del Lavoro

Il modulo intende fornire una panoramica teorica e pratica sull' conomia aziendale dell' impresa industriale. Particolare attenzione viene data alla contabilit  generale, alla costruzione del bilancio di esercizio e alla sua analisi tecnica.

Dopo aver seguito il corso lo studente sar  in grado di:

  leggere e interpretare il bilancio di un impresa secondo la normativa vigente;

  effettuare un'analisi di bilancio tramite indicatori.

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

Igiene Industriale

Lezioni frontali con discussione di casi di studio; le attivit  di apprendimento sono in relazione con quanto spiegato nella consapevolezza che un adeguato apprendimento della materia sia un buon viatico per sbocchi professionali interessanti.

Economia e Organizzazione del Lavoro

Lezioni frontali, esercitazioni in aula, discussioni di casi di studi

**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. I limiti: 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 antiinfortunistica. 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.

Economia e Organizzazione del Lavoro

L'azienda come sistema economico-finanziario

La contabilità generale e il bilancio di esercizio

Lo stato patrimoniale: fonti e impieghi

Il reddito di esercizio: costi e ricavi del conto economico

La costruzione del bilancio di esercizio

L'analisi di bilancio

Gli indici per la misura della redditività d'impresa

Gli indici per la misura della liquidità d'impresa

Gli indici per la misura della situazione patrimoniale d'impresa

### Modalità di esame :

Prova Igiene Industriale:

l'esame è scritto formato da 33 domande con quattro risposte possibili per ogni domanda i cui solo una corretta.

Prova Economia e Organizzazione del Lavoro:

Prova scritta con domande a risposta libera, domande a risposta multipla ed esercizi numerici. Prova orale facoltativa previo superamento della prova scritta. Tutti gli argomenti visti a lezione sono oggetto d'esame.

### Criteri di valutazione :

Igiene Industriale

In base alle conoscenze acquisite e alla capacità di comprensione delle informazioni fornite durante il corso lo studente deve evidenziare di aver compreso quali sono le finalità dell'igiene industriale e quale significato abbia alla luce delle normative vigenti in materia.

Economia e Organizzazione del Lavoro

La valutazione della preparazione dello studente si basa:

• sulla comprensione degli argomenti svolti

• sull'acquisizione dei concetti e delle metodologie proposte

• sulla capacità di applicarli in modo autonomo e consapevole.

### Testi di riferimento :

Andrea Trevisan, *Rischi da agenti chimici, fisici e biologici.. Padova: Libreria Progetto, 2014*

Biazzo S., Panizzolo R., *Elementi di controllo economico-finanziario della gestione aziendale.. Padova: Libreria Progetto, 2013*

### Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Igiene Industriale

Appunti di lezione, diapositive in moodle del Dipartimento di Scienze Chimiche e testo consigliato:

Andrea Trevisan, *Rischi da agenti chimici, fisici e biologici. Padova: Libreria Progetto, 2014.*

Economia e Organizzazione del Lavoro

Il testo di riferimento è il seguente:

Biazzo S., Panizzolo R., *Elementi di controllo economico-finanziario della gestione aziendale. Padova: Libreria Progetto, 2013.*

## 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, chimica fisica e chimica generale e in particolare:

CHIMICA GENERALE ED ORGANICA:

Il metodo scientifico. Stati di aggregazione della materia. Miscele (omogenee, eterogenee) e sostanze pure. Il numero atomico ed il numero di massa. Isotopi. Unità di massa atomica. Massa atomica relativa. Mole. Formula minima, formula molecolare. Numeri di ossidazione. Bilanciamento chimico. Bilanciamento di reazioni non-redox, e redox. Il legame chimico: covalente, ionico e metallico. Struttura dell'atomo secondo la meccanica quantistica. Equazione di Schrödinger. Principio di esclusione di Pauli. Proprietà acido/base degli ossidi. Teoria LCAO-MO per molecole biatomiche omonucleari ed eteronucleari. Orbitali molecolari e stati HOMO-LUMO. Legge del gas perfetto. Legge di Dalton. Teoria cinetica dei gas. Distribuzione di Maxwell-Boltzmann delle velocità molecolari. 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. Energia libera di Gibbs. Criteri di spontaneità di una reazione chimica. Relazione tra costante di equilibrio e  $\Delta G^\circ$ .

Equilibri in soluzione. Elettroliti forti e deboli. Acidi e basi. 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. Proprietà colligative. Elettrochimica. Potenziale standard di riduzione. Equazione di Nernst. Le pile.

L' elettrolisi. Leggi di Faraday. La sovratensione. Cinetica chimica. La velocità e l'ordine di reazione. Energia di attivazione. Equazione Arrhenius.

#### MATEMATICA:

Nozioni di base. Numeri reali. Disequazioni. Elementi di trigonometria. Esponenziali e logaritmi. Sommatorie. 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. Volumi di solidi di rotazione. Lunghezze di grafici di funzione. Integrali generalizzati.

Serie numeriche. Nozioni generali. Serie di Taylor e di Mac Laurin.

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.

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.

#### FISICA:

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

principio di inerzia e concetto di forza, leggi di Newton, forza di attrito.

#### CHIMICA FISICA

Principi della termodinamica. Potenziali termodinamici. Proprietà termodinamiche delle sostanze pure. Equilibri di fase delle sostanze pure. Proprietà termodinamiche dei sistemi a  $\pi^1$  componenti. Soluzioni ioniche. Celle galvaniche e loro descrizione termodinamica.

Elettricità e correnti elettriche. Legge di Coulomb. Campo elettrico. Potenziale elettrico di una carica e di una distribuzione di cariche.

Induzione elettrostatica. Conduttori. Isolanti. Correnti elettriche. Legge di Ohm. Legge di Joule. Semiconduttori. Elettromagnetismo.

Equazioni di Maxwell. Diffrazione della luce.

#### Conoscenze e abilità da acquisire :

Apprendimento del metodo sperimentale per la misura di grandezze fisiche con relative incertezze.

Misure dirette e indirette.

Applicazione della teoria di propagazione dell'errore sperimentale.

Verifica e consolidamento di concetti della Termodinamica (energia libera di Gibbs, entropia, entalpia di reazione) e della Spettroscopia (assorbimento e fluorescenza).

Diffusione di sostanze molecolari in mezzi fluidi.

Applicazione dei modelli matematici per l'interpretazione dei risultati sperimentali.

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.

Le esperienze di laboratorio si compongono sia di una parte pratica che di una parte di elaborazione dati svolta con l'assistenza di un docente.

#### Contenuti :

- Lezioni in aula:

Cenni alla teoria degli errori nelle misure di laboratorio.

Cenni all'utilizzo 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 :

Colloquio orale sui contenuti delle lezioni in aula sulle esperienze condotte in laboratorio. Il colloquio orale prevede un minimo di due domande di carattere generale sugli argomenti trattati a lezione, sulle esperienze di laboratorio e sulle relazioni di laboratorio.

Il voto finale terrà conto degli esiti del colloquio e delle relazioni sull'attività svolta in laboratorio.

#### Criteri di valutazione :

Capacità di esporre le nozioni introdotte durante il corso durante l'esame orale.

Capacità di esporre gli argomenti in modo logico durante l'esame orale.

Capacità di redigere delle relazioni scientifiche sulle esperienze di laboratorio svolte.

Capacità di instaurare connessioni logiche tra i diversi argomenti trattati durante il corso.

#### Testi di riferimento :

Atkins, P. W.; De Paula, Julio, Atkins' physical chemistry Peter Atkins, Julio De Paula. Oxford: Oxford university press, 2014

#### Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispense dei docenti e articoli specialistici consigliati a lezione.

Libro di testo come indicato di seguito.

## LINGUA INGLESE

(Titolare: Prof. VALERIO CAUSIN)

Periodo:

I anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** ; 3,00 CFU

## MATEMATICA

(Titolare: Prof. FRANCESCO BALDASSARRI)

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

### Prerequisiti :

Nessuno

### Conoscenze e abilità da acquisire :

Al termine del corso si richiede che lo studente abbia acquisito una buona conoscenza del calcolo differenziale per le funzioni di una o più variabili reali, del calcolo integrale per le funzioni di una variabile reale e abbia acquisito una buona familiarità con le nozioni di spazio vettoriale, funzione lineare, matrici e loro proprietà, prodotti scalari, forme bilineari simmetriche. Si richiede che lo studente sia in grado di applicare tali risultati alla risoluzione di problemi concreti di analisi matematica, di algebra lineare e di semplici problemi di geometria analitica che riguardano le rette e i piani in uno spazio affine.

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

Le attività didattiche prevedono ore di lezioni frontali in aula.

Le lezioni vengono effettuate mediante l'utilizzo della lavagna e di un tablet pc collegato a un proiettore.

Gli appunti delle lezioni (in formato pdf) vengono caricati sulla piattaforma Moodle e resi disponibili agli studenti al termine delle lezioni.

Un ulteriore supporto allo studio individuale è dato dalla presenza, in un apposito canale YouTube (

<https://www.youtube.com/channel/UCpJGeVBfmf-6S3neelMaw1w>) di videolezioni su argomenti di algebra lineare.

### 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 esponenziali 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 di 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 più 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 :

La verifica delle conoscenze e delle abilità attese viene effettuata con una prova d'esame scritta. In base all'esito della prova scritta il docente, se lo ritiene opportuno, può richiedere allo studente di sostenere anche una prova orale.

Nella prova scritta viene richiesto allo studente di rispondere ad alcune domande di tipo teorico e/o di risolvere alcuni esercizi, i quali sono formulati in modo da permettere di verificare se lo studente è in grado di applicare le conoscenze teoriche acquisite alla risoluzione di problemi concreti.

### Criteri di valutazione :

I criteri di valutazione con cui verrà effettuata la verifica delle conoscenze e delle abilità acquisite sono:

1. Completezza delle conoscenze acquisite
2. Capacità di applicare le conoscenze acquisite alla risoluzione di problemi concreti

### Testi di riferimento :

M. Bramanti, C.D. Pagani, S. Salsa, *Matematica, Calcolo infinitesimale e algebra lineare.* : Zanichelli, 2004

### Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Il materiale didattico presentato durante le lezioni è reso disponibile sulla piattaforma Moodle.

Per la parte del programma che riguarda l'algebra lineare e la geometria saranno fornite, tramite la piattaforma Moodle, delle dispense redatte dai docenti.

## PROVA FINALE

(Titolare: da definire)

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

## SICUREZZA NEI LABORATORI

(Titolare: Dott. ANTONIO BARBON)

**Periodo:** I anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

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