



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II**  
**SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE**

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CHIMICA, DEI MATERIALI  
E DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE**

**GUIDA DELLO STUDENTE**

**CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CHIMICA**

*Classe delle Lauree in Ingegneria Industriale, Classe N. L-9*

**ANNO ACCADEMICO 2017/2018**

**Napoli, luglio 2017**

## **Finalità del Corso di Studi e sbocchi occupazionali**

La formazione dell'Ingegnere Chimico si rivolge primariamente allo studio delle trasformazioni chimico-fisiche della materia in quanto strumenti per la produzione e la trasformazione di beni materiali, l'erogazione di servizi e la prevenzione o mitigazione delle modificazioni dell'habitat indotte da attività o insediamenti antropici.

Il percorso formativo del CdL privilegia, nel suo complesso, l'acquisizione di una formazione ad ampio spettro rispetto ad una forte connotazione professionale riferita a specifici comparti applicativi. Tale impostazione intende salvaguardare l'ampia latitudine culturale del laureato come condizione essenziale per un proficuo inserimento professionale nella mutevolezza degli scenari tecnologici ed occupazionali. La formazione del Laureato in Ingegneria Chimica favorisce la maturazione di una capacità di approccio ai problemi su scala "mesoscopica", focalizzando l'obiettivo, ed il livello di sintesi corrispondente, ad apparecchiature e sezioni d'impianto di modesta complessità, e quindi ad un livello intermedio di approfondimento. L'approccio alla descrizione delle trasformazioni chimico-fisiche della materia avviene in termini di proprietà costitutive microscopiche o macroscopiche, ma con limitati riferimenti agli aspetti statistico/molecolari che ne costituiscono il fondamento. Egli possederà inoltre conoscenze generali relative alle proprie responsabilità professionali ed etiche, ai contesti aziendali ed alla cultura d'impresa. Gli studi saranno inoltre finalizzati a stimolare la conoscenza dei contesti contemporanei, lo sviluppo di capacità relazionali e decisionali, l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze. Infine, il laureato in Ingegneria Chimica possederà le competenze, gli strumenti metodologici e le conoscenze specifiche, in particolare l'abilità a ragionare per modelli matematici, necessarie ad affrontare con successo l'eventuale proseguimento del percorso di studi a livello superiore, con specifico riferimento al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica.

Il laureato in Ingegneria Chimica dovrà, inoltre, essere in grado di utilizzare almeno una lingua dell'Unione Europea oltre all'italiano ed essere in possesso di adeguate conoscenze che permettano l'uso degli strumenti informatici, necessari nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali.

Il Corso di Studi prevede un test di ammissione obbligatorio finalizzato a valutare l'adeguatezza della preparazione di base e l'attitudine agli studi di Ingegneria. Informazioni sulle modalità di svolgimento del test e sulle eventuali prescrizioni conseguenti al mancato superamento sono reperibili sul sito: [www.scuolapsb.unina.it](http://www.scuolapsb.unina.it).

## Manifesto degli Studi

Insegnamento o attività formativa	Modulo	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambiti Disciplinari	Propedeuticità
<b>I Anno – I semestre</b>						
Analisi matematica I		9	MAT/05	1	Mat., Inf., Stat.	
Geometria e algebra		6	MAT/03	1	Mat., Inf., Stat.	
Elementi di informatica		6	ING-INF/05	1	Mat., Inf., Stat.	
Lingua inglese		3		5		
<b>I Anno – II semestre</b>						
Analisi matematica II		9	MAT/05	1	Mat., Inf., Stat.	Analisi I
Chimica		9	CHIM/07	1	Fisica e Chimica	
Fisica generale I		6	FIS/01	1	Fisica e Chimica	
Disegno tecnico industriale		6	ING-IND/15	2	Ing. Meccanica	
<b>II Anno – I semestre</b>						
Chimica organica		9	CHIM/06	4	Attività Affini	Chimica
Fisica generale II		6	FIS/01	1	Fisica e Chimica	Fisica I
Fisica matematica		9	MAT/07	1	Mat., Inf., Stat.	Analisi I Geom. e algebra
<b>II Anno – II semestre</b>						
Termodinamica		12	ING-IND/24	2	Ing. Chimica	
Scienza e tecnologia dei materiali		9	ING-IND/22	4	Attività Affini	Chimica
Elettrotecnica		9	ING-IND/31	2	Ing. Elettrica	Analisi II Fisica II
<b>III Anno – I semestre</b>						
Principi di ingegneria chimica		12	ING-IND/24	2	Ing. Chimica	Termodinamica
Fondamenti di chimica industriale		9	ING-IND/27	2	Ing. Chimica	Termodinamica
Macchine		9	ING-IND/08	2	Ing. Meccanica	Termodinamica
<b>III Anno – II semestre</b>						
Ingegneria delle reazioni chimiche		6	ING-IND/25	2	Ing. Chimica	Termodinamica
Identificazione e simulazione di processi chimici		9	ING-IND/26	2	Ing. Chimica	Termodinamica Principi di ingegneria chimica
Impianti chimici		9	ING-IND/25	2	Ing. Chimica	Termodinamica Principi di ingegneria chimica
Ulteriori conoscenze		3		6		
A scelta autonoma dello studente <sup>a)</sup>		12		3		
Prova finale		3		5		

## Tabella B Esami opzionali\*\*

Insegnamento o attività formativa	Modulo	CFU	SSD	Tipologia (*)	Propedeuticità
<b>III Anno – I semestre</b>					
Sicurezza nei processi chimici		6	ING-IND/27	3	
Analisi matematica III		6	MAT/05	3	
Logistica Industriale		9	ING-IND/17	3	
<b>III Anno – II semestre</b>					
Idraulica dei mezzi porosi		6	ICAR/01	3	
Ingegneria sanitaria-ambientale		6	ICAR/03	3	
Chimica fisica molecolare		6	CHIM/02	3	
Istituzioni di Fisica della Materia		9	FIS/03	3	

\*\*I 12 CFU previsti dalla SUA-CdS per insegnamenti scelti autonomamente dallo studente sono collocati al III anno. La scelta tra esami compresi nella Tabella B comporta l'automatica approvazione del piano di studi. Si consiglia di eseguire la scelta autonoma dei corsi anticipando il corso di "Sicurezza nei Processi Chimici", previsto nella Laurea Magistrale, nel caso si voglia pervenire ad una maggiore specializzazione nel curriculum della Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica, oppure di selezionare esami che personalizzino il piano di studi ampliando la formazione di base scientifica e/o ingegneristica (Analisi matematica III, Chimica fisica molecolare, Ingegneria sanitaria-ambientale, Idraulica dei mezzi porosi, Istituzioni di Fisica della Materia, Logistica Industriale).

## Calendario delle attività didattiche - a.a. 2017/2018

	<b>Inizio</b>	<b>Termine</b>
<b>1° periodo didattico</b>	20 settembre 20167	15 dicembre 2017
<b>1° periodo di esami</b> <sup>(a)</sup>	16 dicembre 2017	4 marzo 2018
<b>2° periodo didattico</b>	5 marzo 2018	8 giugno 2018
<b>2° periodo di esami</b> <sup>(a)</sup>	9 giugno 2018	31 luglio 2018
<b>3° periodo di esami</b> <sup>(a)</sup>	27 agosto 2018	22 settembre 2018

(a): per allievi in corso

### Referenti del Corso di Studi

Coordinatore Didattico dei Corsi di Studio in Ingegneria Chimica: Prof. Nino Grizzuti – Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale - tel. 081/7682285 - e-mail: nino.grizzuti@unina.it.

Referente del Corso di Laurea per il Programma SOCRATES/ERASMUS: Prof. Stefano Guido – Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale - tel. 081/7682271 - e-mail: stefano.guido@unina.it.

Responsabile del Corso di Laurea per i tirocini: Prof. Fabio Murena – Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale - tel. 081/7682272 – e-mail: fabio.murena@unina.it.

## **Attività formative**

### **Parte 1 – Insegnamenti curricolari**

Insegnamento: Analisi Matematica I	
Modulo:	
Anno di corso: 1	Semestre: 1
Codice: 00102	SSD: MAT/05
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: 24
<p>Obiettivi formativi: Fornire i concetti fondamentali, in vista delle applicazioni, relativi al calcolo infinitesimale, differenziale e integrale per le funzioni reali di una variabile reale; fare acquisire adeguate capacità di formalizzazione logica e abilità operativa consapevole.</p>	
<p>Contenuti: Numeri reali. Numeri complessi. Funzioni elementari nel campo reale. Equazioni e disequazioni. Limiti delle funzioni reali di una variabile reale: proprietà dei limiti, operazioni con i limiti e forme indeterminate, infinitesimi, infiniti, calcolo di limiti. Funzioni continue: proprietà e principali teoremi. Calcolo differenziale per funzioni reali di una variabile reale: funzioni derivabili e significato geometrico della derivata, il differenziale, principali teoremi del calcolo differenziale, estremi relativi e assoluti, criteri di monotonia, funzioni convesse e concave, studio del grafico, formula di Taylor. Integrazione indefinita: primitive e regole di integrazione indefinita. Calcolo integrale per le funzioni continue in un intervallo compatto: proprietà e principali teoremi, area del rettangoloide, teorema fondamentale del calcolo integrale, calcolo di integrali definiti. Successioni e serie numeriche, serie geometrica, serie armonica.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p>Materiale didattico: Tracce delle prove di esame risolte e non</p>	
<p>Modalità di esame: Prove applicative in itinere e/o prova scritta finale; colloquio</p>	

Insegnamento: Elementi di Informatica	
Modulo:	
Anno di corso: 1	Semestre: 1
Codice: 15015	SSD: ING-INF/05
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 26	Ore di esercitazione: 22
<p>Obiettivi formativi:</p> <p>Conoscenza delle nozioni di base relative alla struttura ed al modello funzionale di un elaboratore.</p> <p>Conoscenza delle fondamentali strutture di dati e degli strumenti e metodi per lo sviluppo di programmi, su piccola o media scala, per applicazioni di tipo tecnico-scientifico.</p> <p>Capacità di progettare e codificare algoritmi in linguaggio C++, secondo le tecniche di programmazione strutturata e modulare, per la risoluzione di problemi di calcolo numerico di limitata complessità e di gestione di insiemi di dati, anche pluridimensionali.</p>	
<p>Contenuti:</p> <p>I sistemi di calcolo. Nozioni di carattere introduttivo. Informazione e dato, algoritmo e programma. La codifica delle informazioni. La macchina di Turing. Il modello di von Neumann. Caratteristiche della Memoria Centrale e della Unità Centrale di Elaborazione. L'hardware e il software. Software di base e software applicativo. I sistemi di elaborazione moderni (Evoluzione del modello di von Neumann). Rappresentazione dei dati nei registri di memoria. Cenni di algebra booleana e conversioni dei sistemi di numerazione. Codici per la rappresentazione dei caratteri. Cenni sulla codifica di immagini e suoni.</p> <p>La programmazione degli elaboratori elettronici. I linguaggi di programmazione. L'algoritmo del processore: sequenza statica e dinamica delle istruzioni. Stato di un insieme di informazioni nel corso dell'esecuzione di un programma. Componenti di un programma: documentazione, dichiarazioni, istruzioni eseguibili. Il processo di compilazione ed esecuzione dei programmi. Cenni sui Sistemi Operativi. Cenni sui processi di sviluppo del software: le fasi di analisi, progettazione e implementazione.</p> <p>La progettazione dei programmi. La programmazione strutturata. L'approccio top-down per raffinamenti successivi. Costrutti seriali, selettivi e ciclici: sintassi, semantica, esempi d'uso. Annidamento di strutture. Modularità dei programmi. Sottoprogrammi: funzioni e librerie.</p> <p>Elementi del linguaggio C/C++. Tipi di dati fondamentali e strutturati (record ed array). Sintassi del linguaggio: istruzioni di controllo ed operatori del linguaggio. Dichiarazione e definizione di funzioni. Modalità di scambio parametri: funzioni con effetti collaterali. Visibilità e durata delle variabili. Array e stringhe di caratteri. Cenni sui puntatori.</p> <p>Algoritmi fondamentali di elaborazione. Librerie C/C++ per la gestione dell'I/O, delle stringhe, e per la matematica. Metodi iterativi per il calcolo numerico. Algoritmi per la gestione di array: ricerca, eliminazione, inserimento, ordinamento. Cenni sulla complessità computazionale di un algoritmo.</p> <p>Esercitazioni. Impiego di un ambiente di sviluppo dei programmi C/C++, con esempi di algoritmi fondamentali e di tipo numerico. Cenni su Automi a Stati Finiti.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: L'insegnamento comprende lezioni frontali ed esercitazioni sullo sviluppo di programmi in linguaggio C/C++. Le esercitazioni vengono svolte in aula ed in laboratorio in ambiente di sviluppo integrato Dev-C++.	
<p>Materiale didattico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- E. Burattini, A. Chianese, V. Moscato, A. Picariello, C. Sansone: Che C serve. Per iniziare a programmare – Apogeo Editore, 2016</li> <li>- A. Chianese, V. Moscato, A. Picariello: Alla scoperta dei fondamenti dell'informatica – Liguori Editore, 2008.</li> <li>- Sito <a href="http://www.docenti.unina.it">www.docenti.unina.it</a>: materiale didattico offerto a supporto delle lezioni ed esercitazioni.</li> </ul>	
<p>Modalità di esame:</p> <p>L'esame è costituito da due prove: una prova pratica preliminare, al calcolatore, che accerta la capacità di progettare e codificare un programma in C/C++ ed una prova (orale/scritta) tendente ad accertare la conoscenza degli argomenti teorici.</p>	



<b>Insegnamento: Geometria e Algebra</b>	
<b>Modulo</b> (ove presente la suddivisione in moduli):	
<b>Anno di corso: I</b>	<b>Semestre: I</b>
<b>Codice:</b>	<b>MAT/03</b>
<b>CFU: 6</b>	<b>Ore: 48</b>
<b>Ore di lezione: 36</b>	<b>Ore di esercitazione: 12</b>
<p><b>Obiettivi formativi:</b>          Lo studente deve conoscere le definizioni e gli enunciati esposti nel corso delle lezioni e deve essere in grado di articolare le dimostrazioni dei principali enunciati sia per il loro intrinseco valore formativo, sia per essere in grado di applicare gli strumenti teorici acquisiti.          lo studente deve essere in grado di applicare i concetti ed i risultati acquisiti in due modi: generalizzare le tecniche studiate per ottenere risultati leggermente più avanzati e risolvere i problemi e gli esercizi che gli saranno proposti nelle prove di verifica scritte ed orali.</p>	
<p><b>Contenuti:</b>          Strutture geometriche ed algebriche. Spazi vettoriali. Relazioni d'equivalenza e vettori liberi. Spazi vettoriali numerici e prodotto scalare standard. Dipendenza lineare, generatori, basi e dimensione. Sottospazi. Teorema di Grassmann. Matrici. Lo spazio delle matrici su un campo. Matrice trasposta. Matrici quadrate di vari tipi: triangolari, diagonali, simmetriche. Rango di una matrice. Prodotto righe per colonne. Il determinante di una matrice quadrata. Metodi di calcolo. Teoremi di Laplace, di Binet e degli Orlati. Operazioni elementari sulle righe (o colonne) di una matrice. Metodi di triangolazione. Questioni di invertibilità. Sistemi di equazioni lineari. Compatibilità, sistemi equivalenti. Teoremi di Rouchè-Capelli e di Cramer. Calcolo delle soluzioni di un sistema compatibile. Sistemi parametrici. Applicazioni lineari. Nucleo e immagine. Monomorfismi, epimorfismi ed isomorfismi. L'isomorfismo coordinato. Matrice associata ad una applicazione lineare. Endomorfismi, autovalori, autovettori ed autospazi. Il polinomio caratteristico. Molteplicità algebrica e geometrica di un autovalore. Diagonalizzazione di un endomorfismo e di una matrice. Il Teorema Spettrale. Spazi vettoriali euclidei. Matrici ortogonali e basi ortonormali. Geometria del piano. Rappresentazione parametrica e cartesiana della retta. Fasci di rette. Cenni su questioni affini ed euclidee nel piano. Geometria dello spazio. Rappresentazione parametrica e cartesiana della retta e del piano. Fasci di piani. Cenni su questioni affini ed euclidee nello spazio: parallelismo, ortogonalità e incidenza tra rette, tra piani, e tra una retta ed un piano. Il problema della comune perpendicolare di due rette non parallele.</p>	
<b>Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA</b>	
<b>Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni</b>	
<p><b>Materiale didattico:</b>          -Libro di testo: L. A. Lomonaco, <i>Geometria e algebra</i>, Aracne ed. (2013)          -Esercizi e contenuti aggiuntivi sul sito di L. A. Lomonaco, sul server d'Ateneo</p>	
<b>Modalità di esame: prova scritta (con quesiti a scelta libera) e colloquio orale</b>	

Insegnamento: Analisi Matematica II	
Modulo:	
Anno di corso: 1	Semestre: 2
Codice: 00106	SSD: MAT/05
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: 24
<p>Obiettivi formativi: Fornire i concetti fondamentali, in vista delle applicazioni, relativi al calcolo differenziale e integrale per le funzioni reali di più variabili reali; fare acquisire abilità operativa consapevole.</p>	
<p>Contenuti: Successioni e serie di funzioni nel campo reale. Serie di Taylor. Funzioni reali e vettoriali di più variabili reali: limiti, continuità e principali teoremi. Calcolo differenziale per le funzioni reali di più variabili reali: differenziabilità, teoremi fondamentali del calcolo differenziale, formula di Taylor. Estremi relativi e assoluti: condizioni necessarie, condizioni sufficienti. Integrali doppi e tripli di funzioni continue su insiemi compatti, formule di riduzione e cambiamento di variabili. Curve e superfici regolari, retta e piano tangenti, lunghezza di una curva e area di una superficie. Triedro associato ad una curva, normale ad una superficie regolare. Integrali curvilinei e integrali superficiali. Forme differenziali a coefficienti continui e integrali curvilinei di forme differenziali. Campi vettoriali gradienti, campi vettoriali irrotazionali. Teoremi della divergenza e di Stokes nel piano e nello spazio. Superfici orientabili. Teorema della funzione implicita e moltiplicatori di Lagrange. Equazioni differenziali in forma normale e problema di Cauchy, teoremi di esistenza e unicità. Equazioni differenziali del primo ordine a variabili separabili, equazioni differenziali lineari e metodi di risoluzione. Cenni sui sistemi di equazioni differenziali lineari del primo ordine.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: Analisi Matematica I	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p>Materiale didattico: Esercizi e tracce delle prove d'esame risolte e non</p>	
<p>Modalità di esame: Prove applicative in itinere e/o prova scritta finale; colloquio</p>	

Insegnamento: Chimica	
Modulo:	
Anno di corso: I	Semestre: II
Codice: 26092	SSD: CHIM/07
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: 24
<p><b>Obiettivi formativi:</b>          Conoscenza critica dei fondamenti chimici e chimico - fisici necessari per interpretare il comportamento e le trasformazioni della materia in relazione alle principali tecnologie e problematiche di tipo ingegneristico: materiali, produzione e accumulo di energia, inquinamento. Interpretazione delle trasformazioni della materia in relazione sia ai modelli termodinamici che cinetici. Sarà acquisita la capacità di correlare le proprietà macroscopiche di un materiale con la sua microstruttura per comprendere i criteri che regolano la progettazione e la sintesi di un materiale in relazione alle sue possibili applicazioni.</p>	
<p><b>Contenuti:</b>          Leggi fondamentali della chimica. Elementi e composti. Masse atomiche relative. La mole nelle reazioni chimiche. Relazioni stechiometriche. Numeri di ossidazione e nomenclatura dei composti inorganici. La struttura elettronica degli atomi. Orbitali atomici. La tavola periodica. Il legame chimico. Legame covalente. Orbitali molecolari. Polarità dei legami ed elettronegatività. Geometria molecolare. Molecole polari. Il legame ionico. Le interazioni tra ioni. Legame metallico. Legge dei gas ideali. Teoria cinetica. La distribuzione delle velocità molecolari. Gas reali. Forze di coesione nei solidi. L'energia reticolare dei cristalli. Interazioni intermolecolari. Solidi molecolari. Solidi reticolari. Transizioni di stato. La liquefazione dei gas. Stato liquido. Termodinamica chimica. Termochimica. Entropia ed irreversibilità: interpretazione statistica. Equilibri di fase: la tensione di vapore. Il diagramma di fase di una sostanza pura. Le soluzioni. Solubilizzazione e saturazione. I parametri che influenzano la solubilità. Proprietà delle soluzioni. Soluzioni elettrolitiche e conducibilità delle soluzioni. Velocità di reazione. Leggi cinetiche e meccanismi di reazione. Teoria delle collisioni. L'equilibrio chimico. La legge d'azione di massa. Equilibri eterogenei. Acidi e basi. pH. La neutralizzazione. Anfoteri. Gli equilibri di solubilità. Precipitazione. Dissoluzione dei precipitati. Reazioni di ossidazione-riduzione. Celle galvaniche. Potenziali elettrochimici. Elettrolisi. Leggi di Faraday. Pile ed accumulatori. Cenni di corrosione.</p>	
<p><b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Conoscenze di base previste dai programmi delle materie scientifiche nella scuola secondaria superiore. / Nessuna.</p>	
<p><b>Metodo didattico:</b> lezioni, esercitazioni numeriche.</p>	
<p><b>Materiale didattico:</b> presentazioni multimediali delle lezioni. Libri di testo:          D.W. Oxtoby, H. P. Gillis, A. Campion, CHIMICA MODERNA, IV Ed. Edises (Napoli);          M. S. Silberberg, CHIMICA, III Ed. McGraw-Hill;          P. Atkins, L. Jones, PRINCIPI DI CHIMICA, III Ed. Zanichelli (Bologna)          I. Bertini, C. Luchinat; F. Mani, STECHIOMETRIA V Ed. Ambrosiana (Milano)          M. Giomini, E. Balestrieri, M. Giustini, FONDAMENTI DI STECHIOMETRIA, Edises (Napoli)</p>	
<p><b>Modalità di esame:</b> Prova scritta e colloquio orale</p>	

Insegnamento: Fisica Generale I	
Modulo:	
Anno di corso: 1	Semestre: 2
Codice: 00103	SSD: FIS/01
CFU: 6	Ore: 50
Ore di lezione: 36	Ore di esercitazione: 14
<p>Obiettivi formativi: Lo studente acquisirà i concetti fondamentali della Meccanica Classica e i primi concetti della Termodinamica, privilegiando gli aspetti fenomenologici e metodologici. Inoltre acquisirà una abilità operativa consapevole nella risoluzione di semplici esercizi.</p>	
<p>Contenuti: Grandezze fisiche, definizione operativa, unità di misura, dimensioni. Cinematica del punto materiale in una dimensione. Grandezze vettoriali e cinematica del punto in due e tre dimensioni. Principi della dinamica, definizione di forza e di massa. Forze fondamentali e leggi di forza. Forze macroscopiche di contatto, leggi di forza empiriche o condizioni vincolari. Problemi notevoli: moto balistico, piano inclinato, caduta in fluido viscoso, oscillatore armonico, pendolo semplice. Grandezze fisiche conservate e loro variazioni: quantità di moto, impulso; lavoro, energia cinetica e legame con lavoro, forze conservative, energia potenziale, teorema di conservazione dell'energia meccanica; momento angolare e momento delle forze. Moti relativi, sistemi di riferimento inerziali, forze apparenti. Dinamica dei sistemi di punti materiali: equazioni cardinali, centro di massa, leggi di conservazione, teoremi di Koenig. Elementi di dinamica del corpo rigido, rotazioni attorno ad asse fisso, urti. Elementi di statica e dinamica dei fluidi. Oscillazioni forzate e risonanza. Cenni sul moto dei pianeti. Temperatura e calore, primo principio della termodinamica. Gas ideali. Secondo principio della termodinamica (solo enunciato).</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico: Libro di riferimento (indicato dal docente anno per anno), eventuali appunti integrativi, esercizi svolti.	
Modalità di esame: Prova scritta e orale	

Insegnamento: Disegno Tecnico Industriale	
Modulo:	
Anno di corso: 2	Semestre: 1
Codice: 00137	SSD: ING-IND/15
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 24	Ore di esercitazione: 24
<p>Obiettivi formativi:          Interpretare disegni tecnici, valutando forma, funzione, lavorabilità, finitura superficiale e tolleranze dimensionali. Capacità di rappresentare disegni costruttivi di particolari e disegni d'assieme di montaggi semplici, nel rispetto della normativa internazionale. Conoscenze di base sulla documentazione tecnica di prodotto, dalla fase di progettazione concettuale alla fase di collaudo.</p>	
<p>Contenuti:          Comunicazione tecnica nel ciclo di sviluppo prodotto. Standardizzazione e normazione. Metodi di proiezione. Sezioni: rappresentazione delle zone sezionate; disposizione delle sezioni. Esecuzione delle sezioni; sezioni di particolari elementi; sezione di oggetti simmetrici; sezioni in luogo; sezioni in vicinanza; sezioni interrotte. Quotatura. Disposizione delle quote. Quotatura funzionale, tecnologica e di collaudo. Tolleranze dimensionali. Dimensioni limite, scostamenti e tolleranze. Gradi di tolleranza normalizzati; scostamenti fondamentali; sistemi di accoppiamenti. Accoppiamenti raccomandati; tolleranze dimensionali generali. Controllo delle tolleranze dimensionali e calibri. Calcolo di tolleranze e di accoppiamenti. Errori microgeometrici. Rugosità superficiale. Criteri di unificazione. Sistemi di filettature e loro designazione. Rappresentazione degli elementi filettati. Rappresentazione dei collegamenti filettati. Rappresentazione di collegamenti con vite mordente, vite prigioniera e con bullone. Dispositivi anti-svitamento spontaneo. Classi di bulloneria. Collegamenti smontabili non filettati. Chiavette, linguette, spine e perni, accoppiamenti scanalati; chiavette trasversali, anelli di sicurezza e di arresto. Collegamenti fissi; rappresentazione di chiodature e rivettature; rappresentazione e designazione delle saldature. Riconoscimento di caratteristiche geometriche. I riferimenti per le tolleranze geometriche. Cenni alle proprietà meccaniche dei materiali. Elaborazione di disegni costruttivi, di difficoltà crescente, di componenti, di dispositivi meccanici e di apparecchiature chimiche.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: lezioni frontali, esercitazioni guidate, discussione e confronto di casi studio	
<p>Materiale didattico:          Libri di testo, norme UNI, ISO, EN. Temi di esercitazione e tutorial disponibili sul sito docente.          Lanzotti. A., Disegno Tecnico Industriale, MOOC, <a href="http://www.federica.eu">www.federica.eu</a></p>	
<p>Modalità di esame:          Valutazione degli elaborati grafici svolti durante le esercitazioni, prova grafica personalizzata e colloquio finale</p>	

Insegnamento: Chimica Organica	
Modulo:	
Anno di corso: 2	Semestre: 1
Codice: 00015	SSD: CHIM/06
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 12
<p><b>Obiettivi formativi:</b>          Il corso mira a fornire allo studente le conoscenze di base sulle caratteristiche e reattività delle principali classi di composti organici, con particolare riferimento a quelle di maggiore interesse nelle produzioni industriali chimiche. Lo studente saprà classificare le diverse sostanze organiche, prevederne le caratteristiche chimico-fisiche e di reattività in funzione della loro struttura, acquisirà le conoscenze sulle caratteristiche cinetiche delle diverse reazioni cui esse possono partecipare.</p>	
<p><b>Contenuti:</b>          Richiamo dei concetti fondamentali della chimica generale: struttura atomica, orbitali molecolari, legame chimico, reazioni chimiche (aspetti quali e quantitativi). Formule di struttura. Interazioni intermolecolari. Classificazione delle reazioni organiche. Radicali, carbocationi e carbanioni. Nucleofili ed elettrofili. Reazioni stereospecifiche e stereoselettive. Richiami di termodinamica. L'equilibrio chimico. Concetti di cinetica. Risonanza. Acidi e basi. Costanti di acidità. Alcani. Cenni sulla lavorazione del petrolio. Reazioni di combustione. Isomeria conformazionale. Alcheni. Formazione di aloidrine e di eteri. Idrogenazione catalitica. Dieni coniugati. Poliemi in natura. Stereoisomeria configurazionale. Chiralità. Enantiomeri e diastereoisomeri. Alchini. Alogenuri alchilici. Reazioni di sostituzione nucleofila alifatica. Problematiche connesse con la presenza di alogenuri alchilici nell'ambiente. Alcoli. Eteri. Composti carbonilici. Composti carbonilici alfa,beta-insaturi. Struttura e stabilità del benzene. Composti aromatici monociclici ed eterocicli aromatici. Acidità di fenoli. Applicazioni sintetiche delle reazioni di sostituzione elettrofila aromatica. Ammine. Basicità e nucleofilicità delle ammine. I sali di ammonio quaternari. Sali di aril diazonio. Gli acidi carbossilici e derivati. I lipidi. La chimica degli enolati. Tautomeria cheto-enolica. Condensazione aldolica. La condensazione di Claisen. La sintesi malonica. La sintesi acetacetica. La reazione di Hell-Vohlard-Zelinsky. Sintesi di idrossiesteri.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: Chimica	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p><b>Materiale didattico:</b>          Bruno Botta, CHIMICA ORGANICA, Ed. EDI-ERMES          Bruice P. Y. CHIMICA ORGANICA, Ed. EdISES          Brown William H., Foote Christopher, CHIMICA ORGANICA, Ed. EDISES.          Sandro Cacchi, Francesco Nicotra, ESERCIZI DI CHIMICA ORGANICA, Ed. AMBROSIANA</p>	
Modalità di esame: Prova orale	

Insegnamento: Fisica Generale II	
Modulo:	
Anno di corso: 2	Semestre: 1
Codice: 00117	SSD: FIS/01
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 36	Ore di esercitazione: 12
<p>Obiettivi formativi: Lo studente acquisirà i concetti fondamentali dell'Elettromagnetismo, privilegiando gli aspetti fenomenologici e metodologici. Acquisirà inoltre una abilità operativa consapevole nella risoluzione di semplici esercizi numerici.</p>	
<p>Contenuti: Interazione elettrica. Il principio di conservazione della carica elettrica. Legge di Coulomb. Principio di sovrapposizione. Campo elettrico. Potenziale elettrostatico. Potenziale di dipolo. Forza risultante e momento risultante su un dipolo posto in un campo esterno. Flusso di un campo vettoriale. Legge di Gauss. Il campo elettrico in presenza di conduttori. Condensatori. Densità di energia del campo elettrico. Cenni sull'elettrostatica nei dielettrici. Correnti continue. Legge di Ohm. Legge di Joule. Forza elettromotrice di un generatore. Leggi di Kirchhoff. Circuito RC. Interazione magnetica. Forza di Lorentz. Forza su un conduttore percorso da corrente. Momento meccanico su una spira. Moto di una carica in un campo magnetico uniforme. Il campo magnetico generato da correnti stazionarie. Il campo di una spira a grande distanza. Il momento magnetico di una spira. La legge di Gauss per il magnetismo. Il teorema della circuitazione di Ampere. Cenni sulla magnetostatica nei mezzi materiali. Legge di Faraday. Coefficienti di Auto e Mutua induzione. Circuito RL. Densità di energia del campo magnetico. Corrente di spostamento. Equazioni di Maxwell. onde elettromagnetiche. Interferenza. Cenni di Ottica geometrica</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: Fisica I	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p>Materiale didattico: Libro di testo (indicato dal docente anno per anno), eventuali appunti integrativi, esercizi svolti basati su esami degli anni precedenti</p>	
<p>Modalità di esame: Prova scritta e orale</p>	

Insegnamento: Fisica Matematica	
Modulo:	
Anno di corso: 2	Semestre: 1
Codice: 04959	SSD: MAT/07
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione: 62	Ore di esercitazione: 10
<p>Obiettivi formativi:          Acquisire i concetti e i principi generali che rappresentano la base scientifica di numerosi e significativi modelli matematici dell'Ingegneria. Dimostrare la capacità di applicazione di queste conoscenze alla risoluzione di problemi elementari di evoluzione e dell'equilibrio.</p>	
<p>Contenuti:          Cenni di algebra vettoriale e tensoriale. Campi di vettori equivalenti e proprietà dei momenti. Geometria delle masse. Cinematica dei sistemi rigidi. Cenni all'asse di moto e teorema di Mozzi. Cinematica relativa. Vincoli. Grado di libertà e coordinate lagrangiane. Classe degli spostamenti. Analisi cinematica di vincoli agenti su corpi rigidi e su strutture piane. Le leggi di Newton e la meccanica del punto. Lavoro. Potenziale ed energia. Reazioni vincolari e proprietà sperimentali dei vincoli di appoggio o di appartenenza. Leggi dell'attrito. Principio delle reazioni vincolari. Concetti generali della Meccanica dei sistemi e teoremi generali. Vibrazioni libere e oscillazioni forzate. Fenomeni di risonanza. Analogie tra modelli elettrici, chimici e meccanici. Equazioni cardinali della Statica Il calcolo delle reazioni vincolari, risoluzione di strutture piane soggette a carichi distribuiti o concentrati. Calcolo degli sforzi nelle travature, metodo dei nodi e metodo delle sezioni di Ritter. Principio dei lavori virtuali e sue applicazioni. La trasformata di Laplace: regole di calcolo ed applicazioni. Rappresentazione Euleriana e Lagrangiana del moto. Elementi di Meccanica dei sistemi continui.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: Analisi Matematica I, Geometria ed Algebra	
Metodo didattico: Lezioni frontali	
<p>Materiale didattico:          - Levi Civita , Amaldi U - Lezioni Di Meccanica Razionale vol I, vol II ,Complementi alle Lezioni (2013) Ed CompoMat.          - Appunti del corso.          - Materiale didattico reperibile sul sito web-docenti</p>	
Modalità di esame: prova orale	



Insegnamento: Elettrotecnica	
Modulo:	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 52136	SSD: ING-IND/31
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: 24
<p>Obiettivi formativi:          Obiettivo del corso è l'acquisizione delle nozioni fondamentali che mettano l'ingegnere industriale ("non elettrico") nella condizione di utilizzare e gestire correttamente impianti e macchine elettriche dei tipi più diffusi nella ordinaria realtà produttiva.</p>	
<p>Contenuti:          Metodi di analisi delle reti elettriche nei regimi stazionario, sinusoidale e dinamico. Principio di funzionamento, caratteristiche costruttive, proprietà operative, modalità di impiego e principali peculiarità delle fondamentali macchine elettriche: trasformatore, motore asincrono (o "ad induzione"), macchina a collettore (o "a corrente continua"). Fondamenti e peculiarità delle misure elettriche con riferimento alle tipologie, alle principali cause di errore e alle "qualità" degli strumenti di misura. Principio di funzionamento e caratteristiche costruttive e di impiego delle più diffuse "famiglie" di strumenti di misura: magnetoelettrici, elettromagnetici ed elettrodinamici, con cenni al principio di funzionamento degli strumenti digitali o "a conversione" di tempo. Nozioni di base sugli impianti elettrici e la loro gestione (apparecchi di manovra e protezione).</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: Analisi Matematica II & Fisica II	
Metodo didattico: Lezione frontale con l'ausilio di alcune proiezioni utili ad illustrare componenti, macchine e strumenti elettrici.	
<p>Materiale didattico:          Testo: Giulio Fabricatore "ELETTROTECNICA ED APPLICAZIONI" Liguori editore</p>	
<p>Modalità di esame:          L'esame orale è preceduto da una breve prova scritta il cui superamento è preclusivo</p>	

Insegnamento: Scienza e Tecnologia dei Materiali	
Modulo:	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 00119	SSD: ING-IND/22
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione: 54	Ore di esercitazione: 18
<p><b>Obiettivi formativi</b>          Il corso intende fornire agli studenti di Ingegneria Chimica le conoscenze fondamentali sulla struttura, sulla microstruttura, sulle proprietà e sui processi di produzione dei principali materiali d'interesse ingegneristico, sia di tipo strutturale che di tipo funzionale. Tali conoscenze costituiscono necessario requisito per la progettazione dei materiali e per il loro corretto impiego.</p>	
<p><b>Contenuti</b>          Costituzione dei materiali. Proprietà chimiche, fisiche, meccaniche ed elettriche dei materiali e loro dipendenza dalla natura delle fasi costituenti e dalla microstruttura. Porosità e sua influenza sulle proprietà dei materiali.          I solidi e le loro trasformazioni. Struttura dei solidi ideali. Difetti. Solidi non cristallini: stato vetroso. Transizioni in fase condensata: aspetti termodinamici e cinetici. Nucleazione omogenea ed eterogenea. Transizioni solido-solido, di spostamento e ricostruttive. Diagrammi di stato: significato, limiti, impiego.          Produzione, impiego e durabilità dei materiali. Interazione dei materiali con gli ambienti naturali o industriali di pertinenza.          Materiali metallici: produzione e proprietà in relazione con le strutture. Ferro, alluminio, rame e loro leghe.          Materiali ceramici strutturali. Processi e meccanismi di consolidamento di impasti ceramici. Il processo di sinterizzazione. Materiali ceramici convenzionali a pasta porosa (laterizi) e a pasta compatta (porcellane).          Rivestimenti. Ceramici per alte temperature: refrattari e refrattarietà. Materiali vetrosi. Induzione del processo di cristallizzazione in un vetro: vetroceramiche. Materiali leganti. Leganti aerei (calce, gesso) ed idraulici (calci idrauliche e cementi). Cenni sui materiali microporosi. Zeoliti: proprietà, impieghi.          Materiali organici. Polimeri e polimerizzazione. Resine termoplastiche e termoindurenti. Elastomeri. Relazioni struttura-proprietà. Processi di produzione.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: Chimica	
<p><b>Metodo didattico</b>          Lezioni; esercitazioni calcolative.</p>	
<p><b>Materiale didattico:</b>          Materiale didattico scaricabile dal sito docente          C. Colella, D. Caputo – Introduzione alla scienza e tecnologia dei materiali. Vol.1 I solidi, De Frede          W. D. Callister – Scienza e ingegneria dei materiali. Una introduzione, EdiSES          W. F. Smith, J. Hashemi - Scienza e tecnologia dei materiali, McGraw-Hill          J. F. Shackelford – Scienza e ingegneria dei materiali, Pearson-Prentice Hall          AA.VV. – Manuale dei materiali per l'ingegneria, a cura di AIMAT, McGraw-Hill          C. Brisi – Lezioni di chimica applicata, Levrotto &amp; Bella</p>	
<p><b>Modalità di esame</b>          Prove scritte in itinere o prova scritta e colloquio per i frequentanti; prova scritta e colloquio per i non frequentanti.</p>	

Insegnamento: Termodinamica	
Modulo:	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 11653	SSD: ING-IND/24
CFU: 12	Ore: 96
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 36
<p>Obiettivi formativi:</p> <p>Sapere: Fornire i concetti fondamentali relativamente ai principi della termodinamica, ai processi elementari dei cicli termodinamici, agli equilibri tra fasi, sia per sostanze pure che per miscele, ed agli equilibri chimici di interesse per l'ingegneria chimica.</p> <p>Saper fare: Risoluzione di problemi di bilancio di materia e di energia. Utilizzo di diagrammi e tabelle per la determinazione di proprietà termodinamiche e per calcoli relativi a cicli frigoriferi e di potenza. Risoluzione di problemi riguardanti equilibri di fase e di reazione.</p>	
<p>Contenuti:</p> <p>Bilanci di materia. Sistemi chiusi e sistemi aperti. Bilanci di energia. Calore e lavoro. Primo principio della termodinamica. Energia interna. Entalpia. Calore specifico. Passaggi di stato e calore latente.</p> <p>Il gas perfetto. Compressione isoterma e adiabatica di un gas perfetto. Alcuni diagrammi di stato di sostanze pure. Calcoli di processo per sostanze pure sul diagramma di stato. Il calore di reazione e la sua dipendenza dalla temperatura. Calori di formazione e di combustione. Il reattore adiabatico.</p> <p>Processi reversibili e irreversibili. Il secondo principio della termodinamica e l'entropia. Cicli termodinamici di potenza e cicli frigoriferi. Calcoli relativi a cicli termodinamici sui diagrammi di stato.</p> <p>L'energia libera e l'equilibrio di fase. Le miscele ideali e l'equilibrio liquido-vapore di miscele ideali. La laminazione di miscele. La solubilità dei gas nei liquidi e la legge di Henry. Diagrammi di stato di miscele. La lacuna di miscibilità. Equilibri liquido-liquido. La regola delle fasi.</p> <p>Gli equilibri di reazione. Il calcolo della costante di equilibrio. La sua dipendenza dalla temperatura. Il reattore e il calcolo del grado di conversione all'equilibrio. La dipendenza del grado di conversione dalla pressione e dalle condizioni di alimentazione.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p>Materiale didattico:</p> <p>J. M. Smith e H. C. Van Ness, Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, McGraw-Hill</p> <p>Materiale didattico scaricabile dal sito web docente</p>	
<p>Modalità di esame:</p> <p>Prova scritta</p>	

Insegnamento: Fondamenti di Chimica Industriale	
Modulo:	
Anno di corso: 3	Semestre: 1
Codice: 12384	SSD: ING-IND/27
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 32
<p>Obiettivi formativi:          Mettere lo studente in condizioni di:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. giustificare la scelta degli stadi attraverso cui si realizza un processo chimico (preparazione dell'alimentazione, reattori, operazioni di separazione e purificazione dei prodotti, operazioni di riciclo, operazioni di controllo degli inquinanti);</li> <li>2. tracciare il diagramma di flusso di processo completo con indicazioni quantitative sulle condizioni operative delle apparecchiature che compongono i singoli stadi e sulle correnti di flusso;</li> <li>3. impostare e risolvere bilanci di materia e di energia, conti di termodinamica e cinetica applicata in relazione a diagrammi di flusso e diagrammi a blocchi.</li> </ol>	
<p>Contenuti:          Diagrammi a blocchi e diagrammi di flusso di processo: analisi qualitativa e quantitativa dei processi.          Materie prime e principali linee di produzione dell'industria chimica.          Termodinamica applicata alle reazioni dell'industria chimica: equilibri chimici di sistemi reagenti complessi; conversione, selettività e resa; calcolo delle rese termodinamiche e scelta delle condizioni operative.          Cinetica applicata - la catalisi nelle reazioni dell'industria chimica: definizioni e relazioni di tipo cinetico; deduzione delle equazioni di velocità di reazione; principali tipologie di catalizzatori industriali, loro caratteristiche e campi di impiego.          Metodi di separazione/purificazione: principali metodi di separazione e purificazione ed esame dei principi chimico-fisici che ne sono alla base; esempi di stadi di separazione/purificazione tipici nell'industria chimica.          Processi rilevanti nell'industria chimica: processo di produzione di H<sub>2</sub> mediante steam reforming; processo di sintesi di NH<sub>3</sub>.          Processi chimici sostenibili: processo di produzione del bio-diesel.          Esercizi: bilanci materiali ed energetici sui diagrammi di flusso e diagrammi a blocchi di produzioni industriali.          Calcoli di equilibri chimici e fisici e di cinetica chimica applicati agli stadi che compongono i processi chimici industriali. Analisi quantitativa delle condizioni operative dei processi di produzione di H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> e bio-diesel.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: Termodinamica	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p>Materiale didattico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Appunti del corso</li> <li>- Principi della Chimica Industriale, G. Natta, vol.1, 2 e 3.</li> <li>- Elementary Principles of Chemical Processes; Richard M. Felder, Ronald W. Rousseau, John Wiley &amp; Sons, Inc. Third Edition, 2005</li> <li>- Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2006</li> <li>- Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes, Turton R., Bailie R., Whiting W., Shaeiwitz J., 2009 Prentice Hall Edition</li> </ul>	
<p>Modalità di esame:          Prova scritta</p>	

Insegnamento: Macchine	
Modulo:	
Anno di corso: 3	Semestre: 1
Codice: 07706	SSD: ING-IND/08
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione: 52	Ore di esercitazione: 20
<p>Obiettivi formativi:</p> <p>L'insegnamento fornisce le conoscenze di base relative ai sistemi di conversione dell'energia con particolare riferimento agli impianti motori primi termici e alle macchine motrici e operatrici. Si affrontano con approccio termo-fluidodinamico le problematiche tecnologico-impiantistiche, e si illustrano le caratteristiche operative degli impianti per la produzione di energia, e delle macchine. Vengono individuati i criteri di massima per la selezione dei sistemi di potenza anche cogenerativi, tenendo in debito conto i vincoli di efficienza, ingombro, costo e impatto ambientale.</p>	
<p>Contenuti:</p> <p>Risorse e fabbisogni energetici. Rendimento globale di un impianto motore termico, consumo specifico di combustibile, catena dei rendimenti, rendimenti di compressione ed espansione. Impianti motori con turbina a vapore, cicli di riferimento, metodi per aumentare la potenza e il rendimento; analisi dei principali componenti. Apparecchiature per la produzione di energia termica. Impianti motori con turbina a gas, cicli di riferimento, metodi per aumentare la potenza e il rendimento. Impianti a ciclo combinato gas-vapore. Motori alternativi a combustione interna, cicli di riferimento, potenza, regolazione e caratteristiche di funzionamento. Sistemi cogenerativi, indici di prestazione e caratteristiche di funzionamento. Meccanismi di trasferimento del lavoro nelle macchine dinamiche e volumetriche. Macchine dinamiche e volumetriche, operatrici e motrici. Pompe, compressori e ventilatori; caratteristiche di funzionamento e di esercizio; criteri di selezione.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: Termodinamica	
Metodo didattico: Lezioni, Esercitazioni calcolative, Esperienze di laboratorio	
<p>Materiale didattico:</p> <p>Materiale didattico scaricabile dal sito docente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O. Vocca: "Lezioni di Macchine", ed. Liguori</li> <li>- R. della Volpe: "Macchine", ed. Liguori</li> <li>- R. della Volpe: "Esercizi di Macchine", ed. Liguori</li> <li>- R. della Volpe: "Analisi energetica ed exergetica della compressione e della espansione. Rendimenti", ed. Liguori</li> <li>- G. Lozza: "Turbine a gas e cicli combinati", ed. Esculapio</li> <li>- O. Acton: "Turbomacchine", ed. UTET</li> <li>- R. della Volpe e M. Migliaccio, "Motori a Combustione Interna", ed. Liguori</li> <li>- C. d'Amelio: "Elementi di Turbine a Vapore", ed. Liguori</li> </ul>	
<p>Modalità di esame:</p> <p>Prova scritta e orale</p>	

Insegnamento: Principi d'Ingegneria Chimica	
Modulo:	
Anno di corso: 3	Semestre: 1
Codice: 09145	SSD: ING-IND/24
CFU: 12	Ore: 96
Ore di lezione: 64	Ore di esercitazione: 32
<p>Obiettivi formativi:</p> <p>Sapere: concetti fondamentali dei fenomeni di trasporto di quantità di moto, di calore, di materia, in assenza e in presenza di reazioni chimiche, attraverso la scrittura delle corrispondenti equazioni di bilancio corredate delle appropriate equazioni costitutive di trasporto.</p> <p>Saper fare: Valutazione di ordini di grandezza e stima dei parametri fisici e delle grandezze in gioco in problemi di trasporto. Risoluzione di problemi di trasporto basati su equazioni di bilancio microscopico o macroscopico e che prevedano la risoluzione di equazioni algebriche e/o differenziali.</p>	
<p>Contenuti:</p> <p>Cenni di geometria dello spazio. Vettori. Tensori. Geometria differenziale. Campi scalari e vettoriali.</p> <p>Trasporto della quantità di moto. Equazioni di continuità, bilancio della quantità di moto e del suo momento. Equazioni costitutive. Il fluido newtoniano. Fluidi non-newtoniani. Equazione di Navier-Stokes. Turbolenza, stress di Reynolds. Equazione dell'energia meccanica.</p> <p>Trasporto di calore. Equazione di bilancio di energia. Meccanismi del trasporto di calore. Legge di Fourier.</p> <p>Trasporto di materia. Bilanci con più di una specie chimica. Generazione per reazione chimica. Meccanismi del trasporto di materia. Legge di Fick.</p> <p>Adimensionalizzazione delle equazioni di bilancio. Gruppi adimensionali e loro significato fisico. Ordini di grandezza.</p> <p>Trasporto tra le fasi. Coefficienti di trasporto. Teorie dello strato limite.</p> <p>Bilanci macroscopici. Coefficienti globali di trasporto. Applicazioni a problemi dell'ingegneria chimica e affini. Moto intorno a oggetti sommersi. Moto in tubi. Moto in letti di particelle. Impianti per il trasporto di fluidi. Trasporto di calore in mezzi solidi. Convezione forzata e naturale di calore. Reattori chimici ideali (cenni). Trasporto di materia con reazione chimica. Catalizzatori porosi.</p> <p>Problemi di trasporto simultaneo di calore, materia e quantità di moto.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: Termodinamica	
Metodo didattico: lezioni ed esercitazioni	
<p>Materiale didattico:</p> <p>Materiale didattico scaricabile dal sito docente</p> <p>Bird, Stewart, Lightfoot, Fenomeni di Trasporto, Editore CEA</p> <p>Denn, Process Fluid Mechanics, Prentice Hall</p>	
<p>Modalità di esame:</p> <p>Prova scritta</p>	

Insegnamento: Identificazione e Simulazione dei Processi Chimici	
Modulo:	
Anno di corso: 3	Semestre: 2
Codice: 26098	SSD: ING-IND/26
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 28	Ore di esercitazione: 20
<p>Obiettivi formativi:</p> <p>Il corso fornisce agli allievi le conoscenze di base sulla modellistica matematica, sulla identificazione parametrica, e sulla simulazione computazionale di processi chimici. Obiettivi formativi del corso sono:</p> <p>1 – Collegamento tra modelli matematici di processi ed esperimenti.</p> <p>2 – Scelta di metodi numerici per la simulazione di modelli matematici di processi chimici espressi in termini di sistemi di equazioni non lineari e di sistemi di equazioni differenziali ordinarie.</p> <p>3 – Utilizzo di metodologie statistiche per la soluzione dei problemi di identificazione relativa a modelli matematici di processi chimici in forma esplicita ed implicita.</p> <p>4 – Costruzione ed interpretazione di test statistici.</p>	
<p>Contenuti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Richiami sui modelli matematici di apparecchiature e processi chimici.</li> <li>• Modelli matematici e misure sperimentali: modelli che coinvolgono il trasporto di materia, calore e quantità di moto con o senza reazioni chimiche.</li> <li>• Tipi di variabili e parametri. Modelli lineari e non lineari nei parametri. Problemi della stima dei parametri, e della discriminazione tra modelli alternativi. Modelli disponibili in forma esplicita ed implicita.</li> <li>• Introduzione alla simulazione. Metodi per la soluzione di modelli espressi da sistemi di equazioni non lineari. Metodi per l'integrazione numerica di sistemi di equazioni differenziali ordinarie. Metodi espliciti ed impliciti. Cenni sulla stabilità numerica.</li> <li>• Esperimenti deterministici e aleatori, modelli degli esperimenti, condizioni sperimentali e variabili misurate. Variabili deterministiche e variabili aleatorie.</li> <li>• Modelli di variabili aleatorie. Funzioni densità e distribuzione di probabilità. Media, varianza e altri momenti.</li> <li>• Metodi di stima dei parametri: minimi quadrati, minimi quadrati pesati e massima verosimiglianza.</li> <li>• Intervalli di fiducia dei parametri stimati.</li> <li>• Esposizione elementare dei principali test statistici (test t, F e ANOVA). Applicazioni di test statistici alla stima di parametri e per la discriminazione tra modelli.</li> <li>• Cenni di programmazione della sperimentazione</li> </ul>	
Prerequisiti / Propedeuticità: Termodinamica & Principi d'Ingegneria Chimica	
Metodo didattico: lezioni, laboratori, seminari applicativi, laboratorio informatico con ausilio di Matlab	
<p>Materiale didattico:</p> <p>- Slides del corso</p> <p>- Douglas C. Montgomery e George C. Runger, Applied Statistics and Probability for Engineers, 2003, John Wiley &amp; Sons, Inc.</p> <p>- A. Quarteroni e E. Saleri, Introduzione al calcolo scientifico, Springer, 2006</p>	
<p>Modalità di esame:</p> <p>Prova scritta</p>	

Insegnamento: Impianti Chimici	
Modulo:	
Anno di corso: 3	Semestre: 2
Codice: 05846	SSD: ING-IND/25
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione: 42	Ore di esercitazione: 30
<p>Obiettivi formativi:  Analisi di schemi complessi di apparecchiature ricorrenti nell'industria di trasformazione. Conoscenza delle equazioni caratteristiche di funzionamento delle apparecchiature unitarie e delle apparecchiature accessorie.</p>	
<p>Contenuti:  Schemi di processo. Rassegna delle caratteristiche funzionali e costruttive di apparecchiature ricorrenti nell'industria di trasformazione.  Valvole, pompe e apparecchiature per la misura e il controllo di flusso.  Scambio termico. Scambiatori di calore a superficie: a tubi concentrici, a tubi e mantello, a piastre. Scambiatori di calore con passaggio di fase e concentratori.  Separazioni di fase basate sulla dinamica di sistemi polifasici: sedimentazione e ispessimento, filtrazione, cicloni, centrifugazione.  Cenni sulla separazione di componenti basate sul contatto tra fasi eterogenee: assorbimento, adsorbimento, evaporazione e concentrazione a film sottile. Scambio simultaneo di materia e di calore: torri di raffreddamento.  Separazione di componenti basate sulle differenti volatilità: apparecchiature per distillazione a due componenti.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: Termodinamica & Principi d'Ingegneria Chimica	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p>Materiale didattico:  - W. McCabe, J. Smith, P. Harriott, Unit Operations of Chemical Engineering, McGraw-Hill Science (2000)  - A.S. Foust, L.A. Wenzel, C.W. Clump, L. Maus, L.B. Anderson, Principles of Unit Operations, 2nd Edition, John Wiley &amp; Sons, New York. 1980.</p>	
<p>Modalità di esame:  Prova scritta</p>	



Insegnamento: Ingegneria delle Reazioni Chimiche	
Modulo:	
Anno di corso: 3	Semestre: 1
Codice: 05998	SSD: ING-IND/25
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione:	Ore di esercitazione:
<p>Obiettivi formativi:  Presentare le problematiche e le tecniche relative alla progettazione ed all'esercizio dei reattori chimici limitatamente all'operazione stazionaria di sistemi reagenti caratterizzati da idealità di flusso.</p>	
<p>Contenuti:  Bilanci materiali e di energia su sistemi reagenti. Reattori ideali continui e discontinui e configurazioni basate sulla combinazione di questi. Ottimizzazione di sistemi di reazione per cinetiche diverse. Sviluppo di case studies.  Reattori ideali operati in condizioni non isoterme. Impostazione delle equazioni di progetto nel caso generale e nel caso di operazione adiabatica. Sviluppo di case studies.  Sistemi reagenti in presenza di reti di reazioni. Definizioni di resa e selettività globale ed impiego. Analisi di semplici reti di reazioni. Sviluppo di case studies.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: Termodinamica	
Metodo didattico: Lezioni, Esercitazioni calcolative, anche con l'ausilio del simulatore di processo (ASPEN +)	
<p>Materiale didattico:  - appunti del corso  - O. Levenspiel, Chemical reactor engineering, Wiley NY (2000)</p>	
<p>Modalità di esame:  Prova scritta</p>	

## **Attività formative**

### **Parte 2 – Insegnamenti a scelta autonoma**

Insegnamento: Analisi Matematica III	
Modulo:	
Anno di corso: 3	Semestre: 1
Codice: 01295	SSD: Mat/05
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 38	Ore di esercitazione: 10
<p>Obiettivi formativi:          Acquisizione e consapevolezza operativa dei concetti e dei risultati fondamentali, in vista delle principali applicazioni, relativi alle equazioni differenziali ordinarie e alle derivate parziali, all'analisi complessa e all'analisi di Fourier.</p>	
<p>Contenuti:          Numeri complessi. Forma algebrica, trigonometrica, esponenziale. Proprietà del modulo e dell'argomento. Formule di De Moivre e delle radici n-esime. Funzioni elementari nel campo dei numeri complessi: esponenziale, seno, coseno e tangente, logaritmo, potenza. Successioni e serie nel campo dei numeri complessi: serie di potenze.          Funzioni analitiche. Olomorfia e condizioni di Cauchy-Riemann. Armonicità. Cenni sulle trasformazioni conformi.          Integrali di linea di funzioni di variabile complessa. Primitive di funzioni olomorfe. Teorema e formule di Cauchy. Sviluppo in serie di Taylor. Sviluppo in serie di Laurent. Zeri delle funzioni analitiche. Classificazione delle singolarità isolate.          Sommabilità. Funzioni sommabili. Integrali impropri. Integrali nel senso del valore principale secondo Cauchy. Convoluzione. Formule di derivazione sotto il segno di integrale.          Residui. Teorema dei residui. Calcolo dei residui nei poli. Calcolo di integrali col metodo dei residui.          Serie di Fourier. Polinomi trigonometrici. Serie di Fourier. Convergenza nel senso puntuale.          Trasformazione di Fourier. Definizione di trasformata di Fourier. Proprietà formali della trasformata di Fourier. Formula di inversione.          Trasformazione di Laplace. Definizione e dominio della trasformata di Laplace. Analiticità e comportamento all'infinito. Esempi notevoli di trasformata di Laplace. Proprietà formali della trasformata di Laplace. Teorema del valore iniziale. Antitrasformata. Uso della trasformata di Laplace nei modelli differenziali lineari.          Problemi ai limiti. Problemi ai limiti per equazioni differenziali omogenee. Autovalori e autofunzioni. Ortogonalità delle autofunzioni. Calcolo di autovalori e autofunzioni associate. Problemi ai limiti per equazioni differenziali non omogenee. Funzione di Green. Cenni sui polinomi di Chebichef.          Equazioni differenziali alle derivate parziali. Equazione di Laplace: problemi ben posti; unicità; funzioni armoniche; identità di Green; formula di Poisson; soluzione fondamentale dell'operatore di Laplace. Equazione delle onde unidimensionale: condizioni iniziali e al bordo; studio di problemi ben posti; formula di D'Alembert. Equazione del calore: studio di problemi ben posti. Equazioni alle derivate parziali del secondo ordine: classificazione, caratteristiche e forme canoniche.          Fanno parte integrante del programma esercizi relativi a tutti gli argomenti indicati.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni frontali	
<p>Materiale didattico:          Appunti (si veda "Materiale didattico" alla pagina <a href="http://www.docenti.unina/anna.mercaldo">www.docenti.unina/anna.mercaldo</a>)          G.C. Barozzi, Matematica per l'Ingegneria dell'Informazione, Zanichelli.          G. Di Fazio - M. Frasca, Metodi Matematici per l'Ingegneria, Monduzzi          S. Salsa, Equazioni alle derivate parziali, Springer</p>	
Modalità di esame: Colloquio e/o prova scritta	

Insegnamento: Logistica Industriale	
Modulo:	
Anno di corso: 3	Semestre: 1
Codice: 16366	SSD: ING-IND/17
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione: 50	Ore di esercitazione: 22
<p><b>Obiettivi formativi:</b> L'insegnamento ha la finalità di fornire i criteri generali e i metodi quantitativi che presiedono alla scelta, alla progettazione e alla gestione di sistemi logistici, integrati e flessibili, capaci di realizzare l'integrazione dei flussi fisici e dei flussi informativi per garantire un elevato livello qualitativo dei prodotti e del servizio ai clienti, la riduzione del tempo di risposta e il minimo costo complessivo, un'adeguata flessibilità operativa e gestionale</p>	
<p><b>Contenuti:</b> Definizione di impianto industriale- Struttura dell'azienda-sistemi tecnico produttivi e prestazioni- Studio dei metodi e misura dei tempi- Determinazione del tempo ciclo-Conduzione multipla - Il contesto competitivo :Logistica e mercato – Logistica e marketing- Il vincolo del lead time- Logistica e Supply Chain Management: Logistica come funzione aziendale e scelta strategica- Logistica integrata- Elementi fondamentali per la gestione del processo logistico- Reti logistiche- Il concetto di Supply Chain Management- Supply Chain Network- Reverse Supply Chain Management - Rintracciabilità- Gestione RFID - Gestione delle scorte: Funzione e tipologie di scorte- La gestione dell'inventario- Giacenze e rimanenze- Scorte di ciclo e scorte di sicurezza- Lotto economico d'acquisto- Gestione a livello di riordino e ad intervallo di riordino- Algoritmo di Wagner-Within- I sistemi a fabbisogno- MRP-Misura della prestazione- Analisi strategica dell'inventario - Sistemi di packaging: Definizioni e funzionalità di un sistema di packaging- I costi logistici del packaging- Il mercato dell'imballaggio: settore, evoluzione, consumi per filiera- Imballaggio e ambiente- Reverse logistics degli imballaggi- riutilizzo, riciclaggio, recupero, smaltimento-Packaging: aspetti normativi- Imballaggio primari, secondario e terziario--Costo di movimentazione, stoccaggio, trasporto- I pallet: definizioni, tipologie- Criteri di formazione delle unità di carico pallettizzate- Robot di pallettizzazione- Costi Magazzini- Progettazione- Magazzini industriali - Parametri di prestazionali - Aree di stoccaggio manuali: caratteristiche, stoccaggio di unità di carico pallettizzate - stoccaggio di unità di carico di piccole dimensioni - progettazione, determinazione della ricettività e della potenzialità di movimentazione - dimensionamento dell'area di stoccaggio - determinazione della superficie di stoccaggio- layout ottimale - criteri di allocazione dei prodotti a magazzino - calcolo dei numeri di carrelli per la movimentazione - Magazzini automatici- Sistemi di movimentazione interna tradizionale- Carrelli elevatori- Trasportatori rigidi-AGV- Magazzini serviti da trasloelevatori - Logistica distributiva: Flussi delle attività nella logistica distributiva- La modalità di trasporto come fattore competitivo- Intermodalità di trasporto- Scenari evolutivi del trasporto merci e della logistica- La piattaforma logistica -</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: lezioni frontali	
<p><b>Materiale didattico:</b> dispense del corso disponibili sul sito del docente Libri di testo: A.Pareschi, , E.Ferrari, A.Persona, A.Regattieri “Logistica”, Ed. Pitagora(2004). Chopra, S., Meindl, P., “Supply Chain Management”, Prentice Hall, New Jersey, 2001. F. Dallari, G.Marchet “Casi applicativi di logistica” Ed. CUSL, 2000. S. Cavalieri, M.Perona, A. Pistoni, A. Pozzetti, M. Tucci “Riprogettare il servizio post-vendita”, Hoepli 2007</p>	
<p><b>Modalità di esame:</b> L'esame di logistica industriale si suddividerà in una prova scritta ed una orale, con la seguente articolazione: 1 il docente informerà tramite la sua pagina, sul sito docenti.unina. la data dell'appello d'esame e renderà disponibile le prenotazioni con sistema segrepass; 2 lo studente si prenoterà tramite il sistema segrepass; 3 lo studente prenotato si presenterà all'appello il giorno fissato e parteciperà alla prova scritta. (Si consiglia di portare con se una calcolatrice). La prova scritta riguarderà solo le applicazioni numeriche e conterà un esercizio da risolvere in un tempo massimo di 2h 4 Il docente metterà sul suo sito il risultato della prova scritta e fisserà una nuova data per l'esame orale</p>	

Insegnamento: Sicurezza nei Processi Chimici	
Modulo:	
Anno di corso: 1	Semestre: 1
Codice: 17158	SSD: ING-IND/27
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 8
<p>Obiettivi formativi:          'Obiettivi_FormativiFornire allo studente le conoscenze relative agli aspetti di sicurezza connessi allo stoccaggio, al trasporto e alle trasformazioni di sostanze pericolose (instabili, infiammabili, tossiche)</p>	
<p>Contenuti:          'ContenutiTipologie incidentali nell'industria chimica e di processo. Stabilità termica delle sostanze ed esplosione termica. Sicurezza di reattori chimici . Incendi ed esplosioni. Sorgenti di ignizione; autoignizione, energie minime di innesco. Stima dei danni dovuti ad incendi ed esplosioni. Tossicologia e igiene industriale: identificazione, valutazione e controllo dell'esposizione ad agenti tossici nei luoghi di lavoro. Procedure per la prevenzione di incendi ed esplosioni/protezione dalle esplosioni. Cenni di Identificazione dei pericoli ed analisi del rischio (Hazop, albero degli eventi, albero dei guasti).</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezione ed Esercitazione	
<p>Materiale didattico:          D.A.Crowl and J.F.Louvar, Chemical Process safety: Fundamentals with Applications, 2nd Edition, Prentice Hall PTR.          J. Steinbach, Safety Assessment for Chemical Processes, Wiley-VCH.          Durante il corso il docente fornirà copie di lucidi e appunti dattiloscritti delle lezioni</p>	
<p>Modalità di esame:          Colloquio</p>	

Insegnamento: Chimica Fisica Molecolare	
Modulo:	
Anno di corso: 3	Semestre: 2
Codice: 26888	SSD: CHIM/02
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione:	Ore di esercitazione:
<p>Obiettivi formativi: Fornire le conoscenze di base della chimica fisica microscopica, con l'obiettivo di mostrare la connessione tra le proprietà termodinamiche macroscopiche e le grandezze microscopiche</p>	
<p>Contenuti: Introduzione alla cinetica chimica. Richiami di termodinamica chimica: il grado di avanzamento di una reazione. Velocità ed ordine di reazione. Stechiometria e meccanismo di reazione. Moleolarità del passo di reazione. Metodi sperimentali per lo studio delle velocità di reazione. Tempo di semi-reazione. Integrazione delle cinetiche del primo e secondo ordine. Esempi di cinetiche complesse. Teoria dello stato stazionario. Dipendenza della velocità di reazione dalla temperatura: legge empirica di Arrhenius. Cinetica chimica e catalisi. Introduzione alla termodinamica statistica. Ipotesi ergodica e principio di equiprobabilità a priori. Metodo dell'insieme di Gibbs. Derivazione della distribuzione di Boltzmann per insieme canonico. Funzione di ripartizione di sistema. Calcolo delle grandezze termodinamiche a partire dalla funzione di ripartizione. Funzione di ripartizione molecolare: gradi di libertà traslazionali, rotazionali, vibrazionali, elettronici. Calcolo della costante di equilibrio chimico a partire dalle funzioni di ripartizione molecolari. Teoria delle velocità assolute di reazione</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p>Materiale didattico: Testo consigliato: P. M. Atkins, Chimica Fisica, Zanichelli</p>	
Modalità di esame: Prova orale	

Insegnamento: Idraulica dei Mezzi Porosi	
Modulo:	
Anno di corso: 3	Semestre: 1
Codice: 05725	SSD: ICAR/01
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 30	Ore di esercitazione: 18
<p>Obiettivi formativi: Lo studente al termine del corso dovrà essere in grado di comprendere i fenomeni legati al moto delle acque sotterranee, riuscendo a individuare con chiarezza ipotesi di base, condizioni al contorno e corrispondenza col significato fisico. Dovrà, inoltre, applicare i concetti appresi durante il corso nello svolgimento di applicazioni numeriche.</p>	
<p>Contenuti: Caratteristiche del movimento dei fluidi nei mezzi porosi: mezzi porosi a granulometria fine, mezzi porosi a granulometria grossolana, mezzi fratturati, flussi preferenziali. Variabilità spaziale delle proprietà del mezzo poroso nei sistemi naturali alle diverse scale di osservazione. Equazioni del moto e di bilancio dei fluidi nei mezzi porosi. Metodi di risoluzione analitica nelle falde artesiane e nelle falde freatiche: problemi di emungimento da pozzi, ricarica delle falde, etc. Metodi di risoluzione numerica e applicazioni. Tecniche di misura delle proprietà idrauliche dei mezzi porosi.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: lezioni, esercitazioni numeriche.	
<p>Materiale didattico: TESTI CONSIGLIATI: - “Dispense di Idraulica”, di A. Carravetta e R. Martino, Fridericiana Editrice Univ. - “Complementi di Idraulica”, di C. Montuori, Liguori Editore. Gli appunti integrativi al testo sono presenti nell'area pubblica del sito docente.</p>	
<p>Modalità di esame: Valutazione elaborati numerici svolti durante il corso, mediante colloquio.</p>	

Insegnamento: Ingegneria Sanitaria-Ambientale	
Modulo:	
Anno di corso: 3	Semestre: 2
Codice: 00179	SSD: ICAR/03
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 8
<p><b>Obiettivi formativi:</b> Fornire i criteri da utilizzare nella messa a punto delle strategie di protezione e risanamento ambientale, in correlazione con l'assetto e lo sviluppo del territorio. Fornire informazioni sulla caratterizzazione dei sistemi ambientali, sulle fonti e sugli effetti dell'inquinamento, sulle azioni di prevenzione, sui principi degli interventi tecnici.</p>	
<p><b>Contenuti:</b> Principi di Ecologia e di Igiene. Rappresentazione e controllo dell'ambiente: componenti ambientali, strategie per la salvaguardia e la gestione dell'ambiente, cenni sulle procedure per la Valutazione di Impatto Ambientale. Caratteristiche di qualità dei corpi idrici: obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione, classificazione delle risorse superficiali e sotterranee. Acque di approvvigionamento: caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche, normativa, principi dei processi di trattamento. Inquinamento dei corpi idrici: fonti, effetti, capacità di autodepurazione. Acque reflue: caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche, carichi inquinanti, disciplina degli scarichi, normativa, principi dei processi depurativi, smaltimento finale. Inquinamento del suolo: fonti, effetti. Rifiuti solidi (cenni): caratteristiche, normativa, fasi della gestione, principi dei sistemi di smaltimento.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni frontali e esercitazioni di laboratorio	
<p>Materiale didattico: Slides del corso; G. d'Antonio - Ingegneria Sanitaria Ambientale: esercizi e commento di esempi numerici. Editore Hoepli</p>	
<p>Modalità di esame: Colloquio orale</p>	



Insegnamento: Istituzioni di Fisica della Materia	
Modulo:	
Anno di corso: 3	Semestre: 2
Codice: 00365	SSD: FIS/03
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione:	Ore di esercitazione:
<p><b>Obiettivi formativi:</b>          Acquisizione di nozioni fondamentali e abilità operative relative ai fenomeni oscillatori e ondulatori classici, nonché di elementi di teoria delle probabilità e di statistica applicati all'analisi dei dati sperimentali. Acquisizione dei concetti fondamentali e basilari abilità operative relativi alla descrizione quantistica ondulatoria della materia, e in particolare della singola particella in potenziale esterno, dell'atomo d'idrogeno, e dei sistemi di più particelle non interagenti, inclusi aspetti relativi all'interazione con la radiazione elettromagnetica</p>	
<p><b>Contenuti:</b>          Elementi di teoria delle probabilità e di analisi statistica dei dati: definizioni, distribuzioni di probabilità; campione statistico, stimatori; il processo di misura, errori, analisi statistica dei dati.          Oscillazioni: oscillatori armonici ideali, oscillatori non lineari, piccole oscillazioni attorno a un equilibrio; rappresentazione complessa delle oscillazioni; oscillazioni smorzate, forzate e risonanza; oscillatori accoppiati, modi normali.          Onde: equazione delle onde; modi normali: onde armoniche, velocità di fase; soluzione generale, onde di forma qualsiasi; trasformata di Fourier, onde finite; durata dell'onda e larghezza di banda; energia trasportata; sorgente di onde; riflessione e onde stazionarie, risonatore, onde confinate; onde nella materia, onde elastiche, corda tesa, suono; onde elettromagnetiche; onde in tre dimensioni, onde armoniche piane, onde sferiche; interferenza.          Crisi della fisica classica e nascita dei quanti: radiazione di corpo nero, la soluzione di Planck; Einstein e l'effetto fotoelettrico; righe spettrali e l'atomo di Bohr; l'idea di de Broglie, onde di elettroni, primi esperimenti; dualismo onda-corpuscolo.          Meccanica quantistica ondulatoria: funzione d'onda; dinamica del pacchetto d'onde della particella libera; equazione di Schroedinger, operatore hamiltoniano; interpretazione statistica; principio di indeterminazione; stati stazionari; equazione di Schroedinger indipendente dal tempo, condizione di validità fisica delle soluzioni, misure di energia; problemi 1D con potenziale costante a tratti; dinamica quantistica, indeterminazione energia-tempo; gradino di potenziale, effetto tunnel; oscillatore armonico.          Meccanica quantistica con più gradi di libertà: particella libera in 3D; buca di potenziale rettangolare tridimensionale; funzione d'onda di più particelle; stati stazionari di un sistema di particelle non interagenti; particelle identiche: postulato di simmetrizzazione, fermioni e bosoni, principio di esclusione di Pauli, configurazione elettronica ed energia totale; momento angolare orbitale e spin; atomo di idrogeno; cenni ai metodi del campo medio, struttura degli atomi a più elettroni, configurazione elettronica e tavola periodica degli elementi</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico: manoscritto fornito dal docente	
Modalità di esame: Prova orale	