

# **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CHIMICA**

## **GUIDA DELLO STUDENTE**

Il percorso didattico della Laurea Magistrale in Ingegneria chimica è destinato a formare una figura professionale di alto livello preposta all'ideazione, ricerca, progettazione, pianificazione, sviluppo, gestione e controllo di sistemi, processi e servizi complessi nell'area dell'ingegneria chimica ed in quelle affini. Il percorso completa la formazione della Laurea in Ingegneria Chimica puntando a stabilire una più ampia latitudine di approccio ai problemi, ma allo stesso tempo anche un ben più elevato livello di approfondimento e consapevolezza professionale. Il Laureato Magistrale in ingegneria Chimica acquisisce la padronanza degli aspetti metodologici dell'ingegneria di processo, basati su conoscenze avanzate delle materie proprie dell'ingegneria chimica, e delle applicazioni specifiche al settore delle tecniche di controllo e di analisi della sicurezza. La preparazione, completata e integrata da esperienze di laboratorio e/o da tirocini industriali, impartisce al laureato la capacità di rispondere alle diverse esigenze specialistiche collegabili all'analisi avanzata e alla progettazione di processi di trasformazione di interesse industriale. Inoltre, il laureato magistrale acquisisce le conoscenze, gli strumenti metodologici e la "curiosità intellettuale" necessarie per il prosieguo delle attività di studio e/o di ricerca ad un livello più avanzato (master di secondo livello, dottorato di ricerca). I laureati magistrali nel Corso di Studio devono in particolare:

- essere in grado di produrre modelli fisico/matematici capaci di analizzare caratteristiche e prestazioni degli apparati, degli impianti e dei processi per la produzione di prodotti e materiali;
- essere capaci di procedere alla progettazione di impianti e di processi e di progettare e condurre attività di ricerca e sviluppo nel settore;
- essere in grado di studiare ed applicare metodi avanzati per la regolazione ed il controllo dei processi;
- essere capaci di sviluppare ed applicare tecnologie anche innovative, connotate dalle richieste caratteristiche di sicurezza e di compatibilità ambientale.

Il corso si propone di insegnare approfondimenti dei metodi generali nelle tecniche di modellazione avanzate in buona parte del primo anno, mentre il secondo anno è orientato alle applicazioni industriali.

Viene inoltre offerta allo studente la possibilità di approfondire aree tematiche più specifiche, per le quali sono formulate opportune combinazioni di esami a scelta. Queste aree interessano i processi biologici, l'ambiente, la sicurezza, l'energetica, lo sviluppo sostenibile ed i materiali.

Il Laureato Magistrale in Ingegneria Chimica dovrà, inoltre, essere in grado di utilizzare correttamente la lingua Inglese in forma scritta e orale 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.

**Tabella I**  
**Didattica Programmata del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica**

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
<b>I Anno I semestre</b>						
Teoria dello sviluppo dei processi chimici		9	ING-IND/26	2	Ingegneria chimica	
Sicurezza nei processi chimici <sup>a</sup>		6	ING-IND/27	2	Ingegneria chimica	
Principi di ingegneria biochimica		6	ING-IND/24	2	Ingegneria chimica	
<b>I Anno II semestre</b>						
Simulazione numerica dei fenomeni di trasporto <sup>b</sup>		6	ING-IND/24	2	Ingegneria chimica	
Impianti chimici	Impianti chimici modulo A	6	ING-IND/25	2	Ingegneria chimica	
	Impianti chimici modulo B	6				
Dinamica e controllo dei processi chimici		9	ING-IND/26	2	Ingegneria chimica	
<b>II Anno I semestre</b>						
Reattori Chimici		9	ING-IND/25	2	Ingegneria chimica	
Economia e organizzazione aziendale <sup>c</sup>		6	ING-IND/35	4	Attività formative affini/integrative	
Chimica industriale	Chimica industriale inorganica	6	ING-IND/27		Ingegneria chimica	
	Chimica industriale organica	6	ING-IND/27	2	Ingegneria chimica	
<b>II Anno II semestre</b>						
Fondamenti di Ingegneria Strutturale per l'Ingegneria Chimica		9	ICAR/09	4	Attività formative affini/integrative	
Attività formative a scelta autonoma dello studente <sup>d</sup>		12		3		
Ulteriori conoscenze		3		6		
Prova finale		21		5		

Note:

- Lo studente che ha sostenuto questo esame durante la Laurea in Ingegneria Chimica deve sostituirlo con un esame attinto dalla Tabella II con SSD: ING-IND/24 oppure ING-IND/25 oppure ING-IND/26 oppure ING-IND/27
- Lo studente che ha sostenuto questo esame durante la Laurea in Ingegneria Chimica deve sostituirlo con un esame attinto dalla Tabella II con SSD: ING-IND/24 oppure ING-IND/25 oppure ING-IND/26 oppure ING-IND/27
- Lo studente che, in possesso di Laurea Specialistica in Ingegneria Chimica secondo l'ordinamento ex D.M 509/99 conseguita presso questo Ateneo, abbia già sostenuto questo esame, deve sostituirlo con uno degli insegnamenti indicati in **tabella III**
- Lo studente potrà attingere, tra l'altro, ad attività formative indicate in **tabella II**. La scelta tra esami compresi nella tabella II comporta l'automatica approvazione del piano di studi.

**Tabella II**  
**Esami opzionali Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica**

Insegnamento o attività formativa		Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Propedeuticità
<b>II Anno (nella prima colonna è indicato il semestre)</b>						
I	Applicazioni Biomediche dell'Ingegneria Chimica		6	ING-IND/24	3	
II	Biologia Molecolare		6	BIO/11	3	
I	Biomateriali		6	ING-IND/22	3	
II	Biotecnologia Ambientale		6	ING-IND/24	3	
I	Catalisi		6	ING-IND/27	3	
I	Chimica Fisica dei Materiali e delle Superfici		6	CHIM/02	3	
II	Combustibili Tradizionali e Innovativi e celle a combustibile		6	ING-IND/27	3	
I	Combustione		6	ING-IND/25	3	
I	Corrosione e Protezione dei Materiali		9	ING-IND/23	3	
II	Impianti Biotecnologici		6	ING-IND/25	3	
I	Impianti di Trattamento degli Effluenti Inquinanti		6	ING-IND/25	3	
II	Impianti per l'Industria Agroalimentare		6	ING-IND/25	3	
I	Ingegneria Chimica Ambientale		6	ING-IND/25	3	
I	Ingegneria delle Bioconversioni		6	ING-IND/24	3	
II	Ingegneria Sanitaria-Ambientale		6	ICAR/03	3	
II	Ingegneria della Soft Matter		6	ING-IND/26	3	
II	Materiali e tecniche per la tutela dei beni culturali		9	ING-IND/22	3	
II	Materiali Nanostrutturati		9	FIS/03	3	
I	Elettronica Organica		6	FIS/01	3	
I	Meccanica dei fluidi complessi	MUTUATO DA MODULO DI MECCANICA DEI FLUIDI E REOLOGIA (ING.MATERIALI)	6	ING-IND/24	3	
II	Monitoraggio di Inquinanti nell'ambiente		6	ING-IND/24	3	
II	Processi Chimici per il Trattamento di Acque Contaminate		6	ING-IND/27	3	
II	Processi termici per la Conversione Energetica di Biomasse e Rifiuti		6	ING-IND/26	3	
I	Reattori Biochimici per Applicazioni Analitiche e Terapeutiche		6	ING-IND/24	3	
II	Reattori Multifase e Combustione dei Solidi		6	ING-IND/25	3	
II	Reologia	MUTUATO DA MODULO DI MECCANICA DEI FLUIDI E REOLOGIA (ING.MATERIALI)	6	ING-IND/24	3	
II	Tecnologia dei polimeri		9	ING-IND/22	3	

**Tabella III**

**Esami in sostituzione di "Economia e Organizzazione Aziendale" per laureati triennali ex D.M. 509/99 (nota c) della Didattica Programmata)**

Insegnamento o attività formativa		Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Propedeuticità
<b>II Anno (nella prima colonna è indicato il semestre)</b>						
I	Metodi Matematici per l'Ingegneria		6	MAT/05	3	
I	Applicazioni Biomediche dell'Ingegneria Chimica		6	ING-IND/24	3	
II	Biotecnologia Ambientale		6	ING-IND/24	3	
I	Catalisi		6	ING-IND/27	3	
II	Combustibili Tradizionali e Innovativi e celle a combustibile		6	ING-IND/27	3	
I	Combustione		6	ING-IND/25	3	
II	Impianti Biotecnologici		6	ING-IND/25	3	
I	Impianti di Trattamento degli Effluenti Inquinanti		6	ING-IND/25	3	
II	Impianti per l'Industria Agroalimentare		6	ING-IND/25	3	
I	Ingegneria Chimica Ambientale		6	ING-IND/25	3	
I	Ingegneria delle Bioconversioni		6	ING-IND/24	3	
II	Ingegneria della Soft Matter		6	ING-IND/26	3	
I	Meccanica dei fluidi complessi	MUTUATO DA MODULO DI MECCANICA DEI FLUIDI E REOLOGIA (ING.MATERIALI)	6	ING-IND/24	3	
II	Monitoraggio di Inquinanti nell'ambiente		6	ING-IND/24	3	
II	Processi Chimici per il Trattamento di Acque Contaminate <sup>a)</sup>		6	ING-IND/27	3	
II	Processi termici per la Conversione Energetica di Biomasse e Rifiuti		6	ING-IND/26	3	
I	Reattori Biochimici per Applicazioni Analitiche e Terapeutiche		6	ING-IND/24	3	
II	Reattori Multifase e Combustione dei Solidi		6	ING-IND/25	3	
II	Reologia	MUTUATO DA MODULO DI MECCANICA DEI FLUIDI E REOLOGIA (ING.MATERIALI)	6	ING-IND/24	3	

(\*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del DM 270/04

Attività formativa	1	2	3	4	5	6	7
rif. DM270/04	Art. 10 comma 1, a)	Art. 10 comma 1, b)	Art. 10 comma 5, a)	Art. 10 comma 5, b)	Art. 10 comma 5, c)	Art. 10 comma 5, d)	Art. 10 comma 5, e)

## **Allegato II**

### **Attività formative del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica**

#### **Parte 1 – Insegnamenti curriculari**

Insegnamento: Principi di Ingegneria Biochimica	
Modulo:	
Docente: Pirozzi Domenico	
Anno di corso: 1	Semestre: 1
Codice: 09141	SSD: ING-IND/24
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione:	Ore di esercitazione:
<p>Obiettivi formativi: Fornire agli ingegneri chimici gli elementi fondamentali di enzimologia, microbiologia, biologia molecolare, reattoristica fermentativa che consentano loro un proficuo interfacciamento con gli specialisti dei singoli settori, in vista di un comune impegno nell'industria biotecnologica.</p>	
<p>Contenuti: Struttura e funzioni delle proteine. Cinetiche enzimatiche. Fenomeni di inibizione come strumenti di regolazione del metabolismo cellulare. Stechiometria dei processi fermentativi. Glicolisi e metabolismo energetico. Cinetiche fermentative. Cenni di microbiologia. Struttura e funzioni del DNA. Struttura del DNA. Geni. Sintesi delle proteine. Meccanismi genetici di regolazione della sintesi proteica. Manipolazione genetica e clonazione.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezione	
<p>Materiale didattico: Lucidi delle lezioni. - Bailey, Hollis, Fundamentals of Biochemical Engineering, McGraw-Hill - A. Lehninger, Principi di Biochimica, Zanichelli</p>	
<p>Modalità di esame: Esame finale orale</p>	

Insegnamento: Sicurezza nei Processi Chimici	
Modulo:	
Docente: Andreozzi Roberto	
Anno di corso: 1	Semestre: 1
Codice: 17158	SSD: ING-IND/27
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione:	Ore di esercitazione:
<p>Obiettivi formativi:  'Obiettivi_Formativi Fornire 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:  'Contenuti Tipologie 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. 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 delle lezioni</p>	
<p>Modalità di esame:  Colloquio</p>	

Insegnamento: Teoria dello sviluppo dei processi chimici	
Modulo:	
Docente: Maffettone Pier Luca	
Anno di corso: 1	Semestre: 1
Codice: 11504	SSD: ING-IND/26
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione: 52	Ore di esercitazione: 20
<p>Obiettivi formativi:</p> <p>1- Analisi di processi e apparecchiature di processo come sistemi dinamici.  2- Costruzione dei diagrammi delle soluzioni di regime e dei diagrammi delle biforcazioni.  3- Stabilità di processi chimici e apparecchiature di processo</p>	
<p>Contenuti:</p> <p>Sistemi dinamici: definizione e classificazione. Sistemi continui e discreti. Sistemi invertibili. Sistemi vettoriali. Sistemi conservativi, non conservativi e dissipativi. Sistemi reversibili e irreversibili. Sistemi a parametri concentrati e distribuiti.  Stabilità e instabilità di orbite e di regimi stazionari e dinamici.  Sistemi lineari. Operatori di evoluzione. Condizioni di stabilità. Autospazi stabili, instabili e centrali.  Equivalenza topologica di sistemi dinamici. Stabilità strutturale. Definizione di biforcazione locale e globale.  Sistemi non lineari e sistemi linearizzati. Varietà stabili, instabili e centrali.  Studio delle biforcazioni attraverso la teoria delle forme normali e teorema delle varietà centrali.  Principali biforcazioni dei sistemi continui e dei sistemi discreti.  Vie al caos.  Metodi numerici per l'analisi della dinamica dei sistemi. Metodi di continuazione per la costruzione dei diagrammi delle soluzioni di regime e dei diagrammi delle biforcazioni.  Tutti gli argomenti saranno illustrati attraverso l'analisi della dinamica di processi chimici con e senza sistemi di controllo, applicazioni a problemi di conduzione, messa in marcia, fermata e cambiamento di condizioni operative di apparecchiature e impianti dell'industria di processo.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed Esercitazioni	
<p>Materiale didattico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Appunti disponibili sul sito docente</li> <li>- Strogatz S. H., Nonlinear dynamics and chaos: with application to physics, biology, chemistry and engineering, Addison Wesley, 1994;</li> <li>- Hale J., Kocak H., Dynamics and Bifurcations, Springer, 1991;</li> </ul> <p>e, per alcuni approfondimenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wiggins S., Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos, Springer, 2003;</li> <li>- Kuznetsov Y. A., Elements of applied bifurcation theory, Springer, 2004;</li> </ul>	
<p>Modalità di esame:</p> <p>Prova scritta finale.</p>	

Insegnamento: Dinamica e Controllo dei Processi Chimici	
Modulo:	
Docente: Di Blasi Colomba	
Anno di corso: 1	Semestre: 2
Codice: 12231	SSD: ING-IND/26
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione:	Ore di esercitazione:
<p>Obiettivi formativi:          Introdurre i metodi per lo studio della dinamica di processi chimici, identificare gli obiettivi del controllo e fornire gli strumenti per il progetto e la gestione di processi controllati.</p>	
<p>Contenuti:          Bilanci di materia ed energia non stazionari per le principali unità di processo. Strumenti di misura e relativi modelli dinamici. Linearizzazione. Soluzioni di equazioni differenziali ordinarie lineari con il metodo della trasformata di Laplace. Funzione di trasferimento. Stabilità di sistemi dinamici. Dinamica di sistemi lineari del primo ordine, del secondo ordine e di ordine superiore.          Controllo feedback. Regolatori e servomeccanismi. Controllo proporzionale (P), integrale (I) e derivativo (D). Risposta closed-loop di circuiti di controllo feedback. Effetti del controllo P, PI, PD e PID. Stabilità di sistemi feedback e risposta in frequenza. Criteri per la scelta del tipo di controllore e dei relativi parametri.          Analisi e progetto di sistemi di controllo avanzato. Controllo in cascata. Controllo feedback multivariabile. Controllo basato sul modello. Controllo di sistemi con tempo morto e risposta inversa. Sistemi di controllo adattabile ed inferenziale. Controllo feedforward. Controllo digitale e sistemi discreti.          Dinamica di sistemi a parametri distribuiti: esempi di modelli unidimensionali per processi di scambio di calore e materia, reattori chimici in fase omogenea ed eterogenea. Metodi alle differenze finite per la soluzione numerica di equazioni differenziali alle derivate parziali.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezione ed Esercitazione	
<p>Materiale didattico:          - G. Stephanopoulos, Chemical Process Control - An Introduction to Theory and Practice. Prentice-Hall International Series in Physical and Chemical Engineering Science.          - D. E. Seborg, T. F. Edgar, D. A. Mellichamp - Process Design and Control. Wiley Series in Chemical Engineering</p>	
<p>Modalità di esame:          Prove applicative in itinere e/o prova scritta finale; colloquio</p>	

<b>Insegnamento:</b> Impianti Chimici	
<b>Modulo:</b> A	
<b>Docente:</b> Francesco Di Natale	
<b>Anno di corso:</b> 1	<b>Semestre:</b> 2
<b>Codice:</b> U0831(modulo)/U0833(insegnamento)	<b>SSD:</b> ING-IND/25
<b>CFU:</b> 6	<b>Ore:</b> 48
<b>Ore di lezione:</b> 25	<b>Ore di esercitazione:</b> 23
<p><b>Obiettivi formativi:</b>  Integrare la preparazione dell'allievo sugli algoritmi fondamentali di design di processo e sui criteri di progettazione ed esercizio ottimali delle principali apparecchiature unitarie. Fornire principi di analisi di grandi sistemi e di ottimizzazione economica di processo. Fornire nozioni sulla terminologia specifica internazionale, anche incoraggiando l'impiego di testi di riferimento in lingua inglese.</p>	
<p><b>Contenuti:</b>  Esempi di operazioni unitarie fondamentali: distillazione, assorbimento, chimico e fisico, estrazione liquido-liquido e solido-liquido; adsorbimento e scambio ionico; colonne di raffreddamento evaporative</p> <p>Algoritmi di progettazione ed esemplificazioni calcolative per apparecchiature a stadi multipli basate su proprietà termodinamiche e fenomeni di trasporto per numero arbitrario di componenti: colonne di distillazione, di estrazione liquido-liquido e di assorbimento, fisico e chimico, a piatti.</p> <p>Algoritmi di progettazione ed esemplificazioni calcolative per apparecchiature a contatto continuo per numero arbitrario di componenti: colonne impaccate, spray e colonne a bolle. Applicazioni ai processi di distillazione, assorbimento, adsorbimento e raffreddamento evaporativo.</p> <p>Esempi di ottimizzazione economica di processo  Risoluzione di "case studies", anche mediante l'ausilio di simulatori di processo.</p>	
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> NESSUNA	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni frontali; Esercitazioni calcolative in aula	
<p><b>Materiale didattico:</b>  - R. Smith - Chemical Process design and integration, Wiley &amp; Sons, 2004  - W.L. McCabe, J.L. Smith, P. Harriott - Unit operation of chemical engineering; McGraw-Hill, 2007  - J.F. Richardson, J.R. Backhurst, J.H. Harker - Coulson &amp; Richardson Chemical Engineering, volume 2, Particle technology and Separation Processes Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004  - R K Sinnott - Coulson &amp; Richardson's Chemical Engineering, volume 6 - Chemical Engineering Design, 4th Ed., Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005</p>	
<p><b>Modalità di esame:</b>  Esame scritto/elaborato progettuale finale e colloquio</p>	

<b>Insegnamento:</b> Impianti Chimici	
<b>Modulo:</b> B	
<b>Docente:</b> Lancia Amedeo	
<b>Anno di corso:</b> 1	<b>Semestre:</b> 2
<b>Codice:</b> U0832(mod)/U0833(insegnamento)	<b>SSD:</b> ING-IND/25
<b>CFU:</b> 6	<b>Ore:</b> 48
<b>Ore di lezione:</b> 35	<b>Ore di esercitazione:</b> 13
<p><b>Obiettivi formativi:</b>  Integrare la preparazione dell'allievo sugli algoritmi fondamentali di design di processo e sui criteri di progettazione ed esercizio ottimali delle principali apparecchiature unitarie. Fornire principi di analisi di grandi sistemi e di ottimizzazione economica di processo. Fornire nozioni sulla terminologia specifica internazionale, anche incoraggiando l'impiego di testi di riferimento in lingua inglese</p>	
<p><b>Contenuti:</b>  Classificazione delle operazioni unitarie. Formulazione generale delle equazioni di progetto con riferimento ad operazioni unitarie basate su proprietà termodinamiche a stadi multipli e a contatto continuo per numero arbitrario di componenti e in presenza di non-idealità: distillazione, assorbimento fisico e chimico, estrazione liquido-liquido e solido-liquido.  Cenni sulle operazioni unitarie basate su proprietà cinetiche, di trasporto e fisiche, meccaniche. Analisi delle problematiche di risoluzione ed esemplificazione di "case studies" con l'ausilio di simulatori di processo.  Complementi di apparecchiature ancillari e unità funzionali dell'industria di processo.  Elementi di rappresentazione sistemica di impianti chimici.  Analisi del flusso di informazioni, individuazione di gradi di libertà locali e globali, determinazione dei ricicli di informazione.</p>	
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> NESSUNA	
<b>Metodo didattico:</b> Lezione ed Esercitazione	
<p><b>Materiale didattico:</b>  - R. Smith - Chemical Process design and integration, Wiley &amp; Sons, 2004  - W.L. McCabe, J.L. Smith, P. Harriott - Unit operation of chemical engineering; McGraw-Hill, 2007  - J.F. Richardson, J.R. Backhurst, J.H. Harker - Coulson &amp; Richardson Chemical Engineering, volume 2, Particle technology and Separation Processes Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004  - R K Sinnott - Coulson &amp; Richardson's Chemical Engineering, volume 6 - Chemical Engineering Design, 4th Ed., Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005</p>	
<p><b>Modalità di esame:</b>  Esame scritto /elaborato progettuale finale e colloquio</p>	

Insegnamento: Simulazione Numerica dei Fenomeni di Trasporto	
Modulo:	
Docente: D'Avino Gaetano	
Anno di corso: 1	Semestre: 2
Codice: 17158	SSD: ING-IND/24
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 24	Ore di esercitazione: 24
<p><b>Obiettivi formativi:</b> Fornire i principi teorici della simulazione numerica avanzata dei fenomeni di trasporto di calore, materia e quantità di moto. Fornire le abilità per lo sviluppo di modelli matematici e per l'utilizzo di codici di calcolo di fluidodinamica computazionale (CFD).</p>	
<p><b>Contenuti:</b> Equazioni di bilancio di materia, energia e quantità di moto. Equazione costitutiva per fluidi Newtoniani. Equazioni di Navier-Stokes. Condizioni al contorno per le equazioni di Navier-Stokes e per le equazioni di bilancio di energia. Set-up di una simulazione numerica. Convergenza della griglia di calcolo. Adeguatezza del dominio di calcolo. Risoluzione numerica di problemi di fenomeni di trasporto: moto isoterma attorno ad un cilindro, moto isoterma attorno ad una sfera, moto non-isoterma attorno ad una sfera. Fluidi non-Newtoniani. Generalità e fenomenologia. Equazioni costitutive per fluidi Newtoniani generalizzati e fluidi viscoplastici. Simulazione numerica di fluidi Newtoniani generalizzati. Cenni sui fluidi viscoelastici. Turbolenza. Tecniche numeriche per la risoluzione di problemi con turbolenza: RANS, LES e DNS. Il modello k-ε. Condizioni al contorno per problemi con turbolenza. Differenze finite. Tipi di schemi numerici. Esempi di risoluzione di problemi allo stazionario ed in transitorio. Introduzione ai codici di calcolo di fluidodinamica computazionale. Esercitazioni di laboratorio per l'utilizzo del codice COMSOL MULTIPHYSICS. Definizione e sviluppo della geometria, della griglia e delle condizioni al contorno. Risoluzione delle equazioni di bilancio e post-processing dei risultati. Sviluppo di modelli per la simulazione numerica di fenomeni di trasporto: moto laminare e turbolento, isoterma e non isoterma, stazionario e transitorio di un fluido Newtoniano in un tubo; trasporto di specie in un miscelatore; reazioni chimiche; moto di un fluido Newtoniano generalizzato in un tubo.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni & Esercitazioni al computer	
<p><b>Materiale didattico:</b> 1) Slide del corso disponibili sul sito docenti. 2) R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot, Transport Phenomena, Wiley, 2002. 3) The Comsol Multiphysics User's Guide, COMSOL, 2015.</p>	
<p><b>Modalità di esame:</b> Esame scritto e tesina da svolgere in gruppo.</p>	

Insegnamento: Chimica Industriale	
Modulo: A – Chimica Industriale Inorganica	
Docente: Turco Maria	
Anno di corso: 2	Semestre: 1
Codice: U0836	SSD: ING-IND/25
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 8
<p>Obiettivi formativi:  Mettere lo studente in condizione di definire possibili schemi alternativi per un determinato processo produttivo, sulla base dell'analisi dei fattori rilevanti che ne determinano la fattibilità, quali la disponibilità di materie prime, le proprietà chimico-fisiche, gli aspetti tecnologici, di sicurezza e di impatto ambientale. Il corso tratta in maniera dettagliata alcuni tra i più rilevanti processi dell'industria chimica e petrolchimica.</p>	
<p>Contenuti:  Cenni storici sulla chimica industriale. Analisi dei sistemi reagenti: aspetti termodinamici e cinetici. Catalizzatori e reazioni solido-catalizzate. Processi di produzione di idrogeno. Steam reforming del metano: aspetti termodinamici e cinetici. Reforming primario e secondario. Reattori di steam reforming. Ossidazione parziale. Reattori e schemi di impianto dell'ossidazione parziale. Reazione di water gas shift. Sintesi di ammoniaca: aspetti termodinamici e cinetici. Reattori della sintesi di ammoniaca. Produzione di acido nitrico. Ossidazione dell'ammoniaca e ossidazione di NO. Assorbimento degli ossidi di azoto. Concentrazione dell'acido nitrico mediante distillazione estrattiva.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezione ed Esercitazione	
<p>Materiale didattico:  - G. Natta et al.: Principi della chimica industriale vol. 1,2,3.  - Ullman's : Enciclopedia of Industrial Chemistry J. Wiley-VCH (Editor)  - Materiale didattico fornito durante il corso.</p>	
<p>Modalità di esame:  Colloquio</p>	

Insegnamento: Chimica Industriale	
Modulo: B – Chimica Industriale Organica	
Docente: Marotta Raffaele	
Anno di corso: 2	Semestre: 1
Codice: U0836	SSD: ING-IND/27
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 42	Ore di esercitazione: 6
<p>Obiettivi formativi:  Mettere lo studente in condizione di definire possibili schemi alternativi per un determinato processo produttivo, sulla base dell'analisi dei fattori - quali la disponibilità di materie prime, gli aspetti chimico-fisici, tecnologici, di sicurezza e di impatto ambientale- che ne determinano la fattibilità. Lo studio sarà sviluppato attraverso l'esame di alcuni, tra i più importanti, processi dell'industria chimica e petrolchimica.</p>	
<p>Contenuti:  Concetti introduttivi. Principali prodotti di interesse commerciale.  Processo di produzione del metanolo: cenni storici e aspetti termodinamici. Le condizioni operative nel processo di produzione del metanolo. catalizzatori e disattivazione. Le cinetiche. Meccanismi associativo e dissociativo. Resistenze interne nei catalizzatori impiegati nel processo di sintesi del metanolo. Fattore di efficienza. Modulo di Thiele. Linearizzazione della espressione della legge cinetica applicata alla reazione di sintesi del metanolo. Isotherme di reazione. Curve velocità-temperatura nel processo di sintesi del metanolo. Soluzioni reattoristiche adottate. Reattori a strati catalitici adiabatici a flusso assiale e a flusso radiale. Esempi di bilanci di materia e di energia applicati alla configurazione reattoristica. Reattori refrigerati e reattori quasi isoterme. "Dual Lurgi Reactors" e reattori "a flusso radiale con raffreddamento indiretto multistadio". Cicli di sintesi del metanolo. Purificazione del metanolo. Gradi di purezza. Colonna di stabilizzazione. Impianti a singolo e doppio stadio. Cenni sul processo di produzione del metanolo in fase liquida. Bilanci di materia e energia sul processo studiato.  Il petrolio. Origini e composizione. Lavorazione del petrolio. Flashing, topping, stripping. Lavorazione successiva dei tagli petroliferi. Operazioni di cracking e di reforming. Operazioni di cracking e di reforming. Cracking termico. Termodinamica del cracking termico. Diagramma di Francis e suo utilizzo. Meccanismi radicalici di cracking termico. Scissioni C-C e C-H. Cinetiche di cracking termico. Ipotesi di stato stazionario. Meccanismi di formazione del coke. Analisi delle condizioni operative nel cracking termico. Tipologia dei reattori di cracking termico. Schemi di processo. Cracking catalitico. Distribuzione dei prodotti e differenze rispetto al cracking termico. Meccanismi di reazione. I catalizzatori. Disattivanti reversibili e irreversibili. Formazione di coke. Cinetiche di cracking catalitico. Reattore di rigenerazione. Reattori di cracking catalitico e loro sviluppo storico. Condizioni operative e loro influenza sulle rese. Ossido di etilene: impieghi, sviluppi storici dei processi. Produzione attuale. Catalizzatori: preparazione, composizione caratteristiche e disattivazione. Meccanismi. Modelli cinetici della sintesi in fase gas. Cinetica e selettività. Ossido di etilene: parametri operativi. Processi ad aria e ad ossigeno. Aspetti di sicurezza connessi ai processi. Limiti di infiammabilità miscela etilene/aria ed etilene/ossigeno. Reattori. Schema di processo globale. Unità di separazione e purificazione dell'ossido di etilene. Bilanci di materia e energia sul processo studiato.  Processo di ossosintesi. Cenni storici. Meccanismo di idroformilazione. Formazione di carbocationi incipienti. Cinetica di reazione. Condizioni operative di processo. Reattoristica. Problematiche connesse alle resistenze diffusive gas-liquido. Bilanci di materia. Coefficiente di Ostwald. Bilanci di materia sulle specie reagenti gassose. Regime cinetico. Numero di Hatta e fattore di incremento. Regime diffusivo. Separazione e rigenerazione del catalizzatore. Condizioni di processo e schemi di processo. Catalizzatori di seconda generazione: cobalto-fosfine. Condizioni di processo e schemi di processo. Catalizzatori cobalto-fosfine, rodio-fosfine e rodio-fosfine-solfonati. Fattori che influenzano il rapporto n-aldeide/iso-aldeide. Catalisi a trasferimento di fase.  Processo di produzione di etilbenzene. Sviluppi storici. Processo di produzione di etilbenzene. Processo di prima generazione a base di acidi di Lewis. Meccanismi, cinetiche e parametri operativi. Unità di distillazione del benzene. Rapporto di alimentazione R. Unità di transesterificazione: processo a singolo e a doppio stadio. Processi con catalizzatori zeolitici.  Polimeri. Unità funzionali e strutturali. Tipologie di strutture polimeriche. Peso molecolare medio numerico e medio ponderale. Indice di polidispersità. Polimeri amorfi. Temperatura di transizione vetrosa. Polimeri cristallini. Temperatura di fusione. Polimeri semicristallini. Elastomeri, termoplastici e termoindurenti. Modello a micelle e modello a sferuliti.  Cinetiche di policondensazione non catalizzata e catalizzata. Grado medio di polimerizzazione. Equazione di Carothers. Caratteristiche, proprietà e usi dei principali polimeri (termoplastici e termoindurenti) ottenuti per policondensazione. Polimerizzazioni in massa. Produzione di PET. Processo Wiitten e processo Amoco per la produzione di acido tereftalico. Produzione glicole etilenico. Descrizione del processo di produzione del PET. Polimerizzazione in soluzione: produzione di poliammidi. Produzione di nylon 6.6. Sintesi di acido adipico: meccanismo e cinetiche. Stato stazionario e trasporto di materia gas-liquido (richiami). Sintesi acido adipico: sicurezza del processo e "case history". Schemi di processo di produzione dei monomeri e del nylon 6,6. Polimerizzazione interfacciale. Produzione di policarbonato.  Le poliaddizioni. Polimeri atattici, sindiotattici e isotattici. Isomeria configurazionale e strutturale. Termodinamica</p>	

delle poliaddizioni. Temperatura di ceiling. Cinetiche delle poliaddizioni radicaliche. Iniziazione termica e redox. Processi Fenton. Cinetiche delle reazioni di iniziazione fotochimica. Legge di Lambert-Beer. Quantum Yield di fotolisi. Lunghezza cinetica di catena. Controllo del peso molecolare nelle poliaddizioni radicaliche. Reazioni di transfer e agenti di trasferimento: effetto sulle cinetiche di polimerizzazione e sul grado di polimerizzazione. Polimerizzazioni anioniche e cationiche. Polimerizzazione di addizione omogenea: in massa (agitata e non agitata), in soluzione. Polimerizzazione di addizione eterogenea: in sospensione, in emulsione e per precipitazione. Classificazione dei copolimeri. Cinetiche di copolimerizzazione. Equazione di composizione di un copolimero, grafico fa-Fa. Copolimerizzazione azeotropica. Esempi di copolimeri e loro utilizzo. Processi industriali fotochimici. Principi di fotocatalisi. Reattori solari e collettori. Applicazioni industriali della TiO<sub>2</sub>-fotocatalisi.

Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA

Metodo didattico: Lezione ed Esercitazione

Materiale didattico:

- K. Weissmehl H. J. Arpe :Industrial Organic Chemistry ed. Verlag Chemie
- G.Odian : Principles of polymerization ed. J. Wiley

Modalità di esame:

Prova orale

Insegnamento: Economia e Organizzazione Aziendale	
Modulo:	
Docente: D'Alfonso Giovanni	
Anno di corso: 2	Semestre: 1
Codice: 00105	SSD: ING-IND/35
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
<p>Obiettivi formativi:  Il corso ha l'obiettivo di introdurre gli studenti allo studio delle problematiche economiche ed organizzative delle imprese con riferimento al sistema economico nel quale operano ed alla loro dimensione e struttura organizzativa.</p>	
<p>Contenuti:  <b>Parte prima:</b> verrà trattato il mercato ed i suoi protagonisti; i bisogni umani, le risorse economiche, le funzioni di domanda e di offerta, il prezzo di equilibrio, il modello di comportamento del consumatore, domanda di mercato, elasticità della domanda al prezzo; le funzioni di ricavo totale e ricavo marginale, l'impresa, i fattori produttivi, la funzione di produzione, le funzioni di prodotto medio e prodotto marginale, i costi di produzione, costi di breve e lungo periodo, le funzioni di costo nel breve periodo e lungo periodo, confronto tra le funzioni di prodotto medio e di prodotto marginale con le funzioni di costo medio variabile e costo marginale; le principali forme di mercato: concorrenza perfetta, monopolio, concorrenza monopolistica; oligopolio.  <b>Parte seconda:</b> le società con finalità di lucro, disciplina dei conferimenti: l'atto di costituzione delle società, il capitale sociale, il capitale sotto l'aspetto qualitativo e quantitativo, il bilancio di esercizio e le politiche di bilancio; l'inventario, il conto economico, lo stato patrimoniale e la nota integrativa; gli strumenti di rilevazione della contabilità generale; la metodologia della partita doppia; gli indici di bilancio, i costi fissi ed i costi variabili. Il leasing ed il global service. La valutazione degli investimenti.  Le principali funzioni aziendali: 1) Finanza; 2) Ricerca e sviluppo; 3) Amministrazione e controllo; 4) Gestione del personale e organizzazione; 5) Qualità; 6) Acquisto e logistica; 7) Produzione; 8) Marketing e vendite.  I modelli organizzativi delle imprese.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni teoriche, esemplificazioni. Gli studenti saranno chiamati a partecipare alla trattazione dei temi svolti nella lezione precedente.	
<p>Materiale didattico:  - Materiale didattico predisposto dal docente  E. Esposito: Economia delle imprese ad alta tecnologia  E. Bartezaghi – Mario Raffa – Aldo Romano: Knowledge Management e Competitività  G. Capaldo – D. Lesina – Bilancio Aziendale</p>	
<p>Modalità di esame:  Colloquio orale sulle tematiche trattate durante il corso  Per le informazioni relative alle modalità di esame e di svolgimento del corso scrivere a:  giovannidalfonso@hotmail.com</p>	

Insegnamento: Reattori Chimici	
Modulo:	
Docente: Salatino Piero	
Anno di corso: 2	Semestre: 1
Codice: 17157	SSD: ING-IND/25
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione:	Ore di esercitazione:
<p>Obiettivi formativi: Integrare la preparazione dell'allievo con riferimento alla progettazione ed esercizio ottimali dei reattori chimici. Introdurre l'allievo ai fondamenti statistico-molecolari della cinetica chimica ed alle problematiche associate alla interazione tra fenomeni di miscelazione e decorso di processi reattivi.</p>	
<p>Contenuti: Formulazione generale delle equazioni che governano il comportamento dei sistemi reagenti per arbitrarie condizioni di flusso. Approssimazioni ricorrenti e particolarizzazione alle condizioni di flusso ideale. Trattazione delle non idealità di flusso. Tempi di residenza di elementi fluidi in reattori continui e relative funzioni di distribuzione. Determinazione della conversione in condizioni di flusso massimamente miscelato e massimamente segregato. Modelli per la conversione in sistemi a parziale segregazione. Problemi di reattoristica eterogenea. Cinetica e modalità di conversione in reazioni fluido-particella. Trattazione delle reazioni eterogenee solido-gas con solido reagente e non. Rassegna delle principali tipologie di reattori eterogenei. Introduzione alla ottimizzazione di processo: funzioni obiettivo e criteri fondamentali di ottimizzazione economica. Introduzione alle basi statistico-molecolari della cinetica dei processi reattivi. Equazioni di Maxwell-Boltzmann, principio del bilancio dettagliato, reazioni elementari e schemi di reazioni complesse. Miscelazione e turbolenza. Decorso di processi reattivi complessi.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezione & Esercitazione	
<p>Materiale didattico: - O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, III Ed. Wiley, (NY) - Peters, Timmerhaus, West, Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 5th ed., McGraw Hill (NY) - J.O. Hirschfelder, C.F. Curtiss, R.B. Bird, Molecular theory of gases and liquids, J. Wiley &amp; Sons, (NY) - M.J. Pilling, P.W. Seakins, Reaction Kinetis, Oxford University (NY) 1995 - Dispense del corso</p>	
<p>Modalità di esame: Prova scritta</p>	

Insegnamento: Fondamenti di Ingegneria Strutturale per l'Ingegneria Chimica	
Modulo:	
Docente: Lignola Gian Piero	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 30229	SSD: ICAR/09
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: 24
<p>Obiettivi formativi: Fornire i principi della statica e sicurezza per i continui strutturali e determinarne gli aspetti applicativi fondamentali. La parte finale del corso è dedicata alla verifica di semplici strutture metalliche di interesse per l'Ingegnere Chimico.</p>	
<p>Contenuti: Proprietà meccaniche dei materiali: prove di laboratorio, modulo elastico, legame costitutivo, fragilità, energia di frattura e size effect, plasticità e incrudimento, effetto Baushinger, creep, fatica e strain rate. Meccanica del continuo: stati di sollecitazione e di deformazione, stato piano di tensione e di deformazione, teoria di Cauchy, cerchi di Mohr, direzioni e tensioni principali, criteri di resistenza: coefficiente e margine di sicurezza; effetto Poisson e distorsioni termiche; Isotropia, piccoli spostamenti e sovrapposizione degli effetti. Sicurezza strutturale: approccio semi-probabilistico, distribuzioni gaussiane, valori: medi, caratteristici e di progetto; probabilità di failure, vita utile; cenni al Metodo Montecarlo. Gerarchia delle resistenze, le combinazioni di carico. Teoria delle strutture ad asse rettilineo: I vincoli, equazioni cardinali della statica, principio di sezionamento, travi semplici isostatiche e iperstatiche, diagrammi del taglio, momento, sforzo normale; equazione della linea elastica. Teoria delle strutture ad asse non rettilineo: strutture isostatiche, punti angolosi, diagrammi dello sforzo normale, momento e taglio; poligono funicolare. Catene cinematiche. Analisi delle sezioni: equazioni binomie e trinomie di Navier, teoria di Jourawski; dominio di resistenza. Metodi per risolvere le strutture: per le isostatiche: equazioni cardinali della statica; equazioni globali e per il singolo corpo in caso di strutture a più corpi; principio dei lavori virtuali e metodo della catena cinematica; per le strutture iperstatiche: condizioni di congruenza, metodo delle forze; equazione della linea elastica; catene cinematiche e linee di influenza; simmetria ed emisimmetria. Teoria della plasticità: teoria della cerniera plastica, redistribuzione. Travi su continuo elastico: particolarizzazione della linea elastica, costante di sottofondo; lunghezza d'onda; casi notevoli. Stabilità Euleriana: lunghezza libera di inflessione e snellezza limite; cenni di instabilità flesso-torsionale. Serbatoi: tubi in pressione (regime membranale); rigidità delle molle degli anelli (regime flessionale); tubi infinitamente lunghi, definizione delle costanti elastiche (cenni di cedevolezza anche per cupole, piastre circolari ed anelli). Collegamenti in acciaio: bullonature e saldature; calcolo di semplici collegamenti.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezione ed Esercitazione	
<p>Materiale didattico: - Appunti dalle lezioni; - M. Capurso – Lezioni di Scienza delle costruzioni – Pitagora Editrice ; - E. Viola – Esercitazioni Di Scienza Delle Costruzioni 1&amp;2 – Pitagora Editrice; - S. Timoshenko - Theory of Elasticity –McGraw-Hill; - J. Jackson, H. Wirtz - Statics and Strength of Materials –McGraw-Hill</p>	
<p>Modalità di esame: Prove applicative in itinere e prova scritta finale; colloquio</p>	

## **Allegato II**

### **Attività formative del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica**

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

Insegnamento: Applicazioni Biomediche dell'Ingegneria Chimica	
Modulo:	
Docente: Caserta Sergio	
Anno di corso: II	Semestre: I
Codice: 31727	SSD: ING-IND/24
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 8
<p><b>Obiettivi formativi:</b>  Il corso si propone di studiare problematiche di interesse biomedico che trovano soluzione attraverso l'utilizzo delle competenze e metodologie tipiche dell'ingegneria chimica.  Particolare enfasi è data all'utilizzo applicativo dei modelli di fenomeni di trasporto di quantità di moto e di materia. Questo approccio è utilizzato per analizzare e descrivere: processi e trasformazioni tipici dei processi biotecnologici e dell'industria farmaceutica, principi funzionali di farmaci a rilascio controllato e cosmetici, progettazione ed esercizio di biosensori, biodispositivi ed apparecchiature biomedicali, lo studio, anche a fini diagnostici, della reologia dei fluidi biologici, la dinamica di crescita dei tessuti e l'invasività tumorale.</p>	
<p><b>Contenuti:</b>  Il ruolo dei fenomeni di trasporto in sistemi biologici. Statica e cinematica dei fluidi. Conservazione di materia e trasporto di quantità di moto. Equazioni costitutive. Reologia di fluidi non-newtoniani. Cenni di reometria. Flussi costanti e variabili, flussi pulsatili. Analisi dimensionale. Metodi approssimati per l'analisi di flussi complessi. Fluidi contenenti macromolecole biologiche. Fluidi multifase. Relazione flusso-morfologia. Reologia dei fluidi biologici: il caso del sangue.  Fluidi microstrutturati per applicazioni farmacologiche e cosmetiche. Processi di microincapsulamento per la realizzazione di farmaci a rilascio controllato. Microfluidica. Biodispositivi ad uso diagnostico e terapeutico. Trasporto di materia in sistemi biologici. Diffusione in condizioni stazionarie e transitorie. Diffusione e convezione. Trasporto in membrane e mezzi porosi. Pressione osmotica. Dialisi. Trasporto transvascolare. Trasporto in organi e tessuti. Trasporto di materia nei trattamenti cosmetici e farmacologici con applicazioni topiche. Diffusione fischiana e motilità cellulare. Chemiotassi. Dinamica di crescita di tessuti. Ferite e riparazione tissutale. Angiogenesi. Crescita ed invasività tumorale.  Risoluzione di problemi tipici tramite simulazione numerica agli elementi finiti.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p><b>Materiale didattico:</b>  Dispense disponibili sul sito docenti  G. A. Truskey, F. Yuan, and D. F. Katz - Transport phenomena in Biological Systems - Pearson Prentice Hall  E.L. Cussler - Diffusion Mass Transfer in Fluid Systems - Cambridge University Press  R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot - Transport Phenomena – John Wiley &amp; Sons  P.M. Doran - Bioprocess Engineering Principles - Academic Press</p>	
<p><b>Modalità di esame:</b>  Colloquio e/o prova scritta finale. La prova scritta potrà essere sostituita da una tesina.</p>	

Insegnamento: Biomateriali	
Modulo:	
Docente: Netti Paolo	
Anno di corso: 2	Semestre: 1
Codice: 01900	SSD: ING-IND/22
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione:	Ore di esercitazione:
<p>Obiettivi formativi:  Il corso è finalizzato ad acquisire le conoscenze delle principali proprietà e caratteristiche dei biomateriali, della natura delle interazioni fra questi e i tessuti biologici e dei criteri di progettazione di sistemi artificiali in relazione al recupero funzionale del tessuto o organo da sostituire, integrare o riabilitare</p>	
<p>Contenuti:  I tessuti biologici: relazione composizione-struttura-proprietà dei tessuti: descrizione chimica-morfologica, proprietà meccaniche, anisotropia dei tessuti, reologiche, di trasporto.  Bio-Materiali: Materiali metallici, polimerici, compositi e ceramici. Effetto della composizione chimica, struttura, processo di trasformazione sulle prestazioni dei biomateriali. Comportamento dei materiali in relazione alle trasformazioni chimiche e ai gruppi funzionali. Biocompatibilità. Interazioni tessuto-materiale.  Protesi: fondamenti di progettazione e tecnologie di preparazione, sterilizzazione. Protesi in campo ortopedico, cardiovascolare, dentario</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p>Materiale didattico:  Appunti dalle lezioni, materiale didattico offerto dal docente  - Carlo Di bello, Introduzione allo studio dei materiali per uso biomedico, Patron Editore</p>	
<p>Modalità di esame:  Prova scritta a risposta aperta</p>	

Insegnamento: Catalisi	
Modulo:	
Docente: Turco Maria	
Anno di corso: 2	Semestre: 1
Codice: 30233	SSD: ING-IND/27
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 38	Ore di esercitazione: 10
<p>Obiettivi formativi:  Il corso fornisce i concetti fondamentali della catalisi eterogenea finalizzati alla utilizzazione di catalizzatori nei processi propri della chimica industriale e nel settore energetico a basso impatto ambientale. Il corso prevede un'attività di laboratorio finalizzata all'apprendimento delle comuni tecniche di preparazione e caratterizzazione di catalizzatori solidi.</p>	
<p>Contenuti:  Definizione e ruolo del catalizzatore in una reazione chimica. Catalisi omogenea ed eterogenea. Gli stadi della catalisi eterogenea: stadi fisici e chimici. Catalizzatori industriali: tipi di catalizzatori, loro proprietà e caratteristiche. Tecniche di preparazione e caratterizzazione di catalizzatori solidi. Cinetica delle reazioni catalizzate: modelli cinetici empirici e modelli cinetici formali. Reazione e diffusione in catalisi eterogenea: regimi di reazione. Reattori e impianti catalitici di laboratorio. Reattori catalitici industriali. Fenomenologia e cinetica della disattivazione dei catalizzatori. Esempi di processi catalitici industriali</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p>Materiale didattico:  - Satterfield: Heterogeneous catalysis in industrial practice, McGraw-Hill, 1991  - Handbook of heterogeneous catalysis, Ertl, Knozinger, Weitkamp eds., WILEY-VCH, 1997</p>	
<p>Modalità di esame:  Prove applicative in itinere e colloquio</p>	

Insegnamento: Combustione	
Modulo:	
Docente: Cavaliere Antonio	
Anno di corso: 2	Semestre: 1
Codice: 02594	SSD: ING-IND/25
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 44	Ore di esercitazione: 4
<p><b>Obiettivi formativi:</b>  Il corso ha un duplice obiettivo formativo. Il primo è teso a fornire conoscenze e strumenti per inquadrare i processi di trasformazione termo-chimica di alta temperatura di attivazione nell'ambito delle applicazioni per la generazione di energia termica ed elettrica, nonché per la generazione/trasformazione/distruzione di sostanze combustibili gassose e liquide di origine fossile o biotica.  Il secondo è quello di fornire un inquadramento sistematico dei processi di combustione ed un approfondimento di selezionate metodologie numeriche e sperimentali per la caratterizzazione di particolari processi ossidativi tali da permettere l'acquisizione di una metodologia di indagine generalizzabile ad una larga categoria di flussi reattivi multicomponenti/multifase ( gassosa e liquida)/multi scalare.  Questo secondo obiettivo è finalizzato a rafforzare, per mezzo di una articolata esemplificazione, le conoscenze di base relative a processi di trasporto in fase omogenea e a creare un riferimento sistemico per l'analisi di reattori semplici e complessi</p>	
<p><b>Contenuti:</b>  Il corso si articola in tre parti. Ognuna delle quali è organizzata per contenuti omogenei.</p> <p>La prima parte è la descrizione matematica delle strutture dei processi elementari di combustione, per i quali esiste una verifica della rappresentatività e del grado di realismo del processo.  I processi trattati sono: Autoignizione/Esplosione/Combustione omogenea in flusso/ Detonazione/ Deflagrazione/ Fiamma-diffusione/Fiamma-diffusione Ignitiva /Ignidiffusione/Annichilimento. La trattazione di questi processi elementari è sviluppata ed esemplificata a partire da diversi combustibili di riferimento associati a diverse categorie merceologiche come l'idrogeno il metanolo, etanolo, GPL, benzina, kerosene, gasolio ed olio combustibile.</p> <p>La seconda parte tratta degli aspetti statistici relativi alla presenza ed evoluzione dei processi elementari di combustione in reattori complessi. Essa si articola nella descrizione statistica dei campi euleriani turbolenti e dei campi lagrangiani caotici in sistemi reattivi omogenei. Ad essi vengono associati i campi di mescolamento e miscelamento, nonché le variabili di progresso dei percorsi reattivi, in riferimento alle cinetiche chimiche dettagliate e ridotte. Gli approcci statistici presentati sono focalizzati sull'aspetto reattivo del sistema, formalizzati in Modelli di Combustione ed inquadrati nel contesto dei modelli fluidodinamici non reattivi.  I principali Modelli di Combustione trattati sono : Eddy Break Up. Eddy Dissipation Concept/Probability Density Function/Flamelet Progressive Variable. Flamelet Generated Manifold/Conditional Moment Closure. Conditional Source-term Estimation.</p> <p>La terza parte tratta degli aspetti più rilevanti nei sistemi di combustione di interesse pratico. In particolare introduce principi di base ed elementi empirici- semiquantitativi per la valutazione di opportunità di utilizzo di specifici processi e sottosistemi in applicazioni di combustione avanzate che sono qui di seguito elencati: Atomizzazione e spray/Tecnologia degli atomizzatori /Analisi di mescolamento e miscelamento/Fluidodinamica ad alto livello di ricircolo/ Swirl e getti ad impatto/Vaporizzazione e combustione di gocce e di spray /Reattori associati a diversi meccanismi di stabilizzazione/Processi innovativi di combustione. Combustione MILD/ I sistemi di combustione nelle filiere per la distruzione di materiali</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni frontali. Esercitazioni su uso programmi numerici. Tutorials su materiale WEB	
Materiale didattico: Libro di testo disponibile a stampa (Lezioni di Combustione/A. Cavaliere/Pulsar Comunicazione) e su sito web ( <a href="http://wpage.unina.it/antcaval/">http://wpage.unina.it/antcaval/</a> ).	
Appunti schematici su courseware Federica ( <a href="http://www.federica.unina.it/corsi/combustione/">http://www.federica.unina.it/corsi/combustione/</a> )	
Modalità di esame: Colloquio	

<b>Insegnamento:</b> Corrosione e Protezione dei Materiali	
<b>Modulo:</b>	
<b>Docente:</b> Bellucci Francesco	
<b>Anno di corso:</b> 2	<b>Semestre:</b> 1
<b>Codice:</b> 02863	<b>SSD:</b> ING-IND/23
<b>CFU:</b> 9	<b>Ore:</b> 72
<b>Ore di lezione:</b> 60	<b>Ore di esercitazione:</b> 12
<p><b>Obiettivi formativi:</b> Il corso è finalizzato all'acquisizione delle conoscenze fondamentali del comportamento dei materiali metallici esposti ad un ambiente aggressivo. Gli aspetti trattati durante il corso comprendono sia quelli termodinamici che cinetici e coprono un ampio settore dei materiali correntemente impiegati in diversi comparti sia industriale che civile.</p>	
<p><b>Contenuti:</b> Degradazione dei materiali metallici: aspetti morfologici, termodinamici e cinetici. Fenomeni di degradazione localizzati e generalizzati e loro impatto funzionale in dipendenza del settore applicativo. Effetto di fattori metallurgici, meccanici ed ambientali. Degradazione di materiali metallici esposti all'atmosfera e ad ambienti di interesse dell'ingegneria civile ed industriale. Degradazione ambientale di materiali lapidei quali il calcestruzzo e parametri che influenzano la durabilità delle strutture in cemento armato. La corrosione ed il suo significato economico. Metodi di prevenzione e protezione, rivestimenti organici, inorganici, protezione catodica.</p>	
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> 'Metodo_Didattico <sup>a</sup>	
<b>Materiale didattico:</b> La quasi totalità del materiale didattico è reperibile dal sito docente	
<b>Modalità di esame:</b> La modalità di esame consiste in una prova scritta ed in una presentazione orale in inglese di un argomento del corso assegnato all'allievo.	

Insegnamento: Materiali Organici e Tecniche Fisiche di Interesse Biosensoristico (Elettronica Organica)	
Modulo:	
Docente: Cassinese Antonio	
Anno di corso: 2	Semestre: 1
Codice: 33819	SSD: FIS/03
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 24	Ore di esercitazione: 24
<p>Obiettivi formativi: Fornire allo studente una panoramica sui materiali organici e le tecniche fisiche di deposizione e di caratterizzazione di interesse per la sensoristica con particolare riferimento alle applicazioni in ambito Bio. Particolare attenzione è rivolta allo apprendimento pratico di tecniche sottovuoto innovative di deposizione di film sottili dei materiali organici, della loro caratterizzazione e alla realizzazione di dispositivi elettronici a 3 terminali</p>	
<p>Contenuti: Introduzione riguardante tecniche e materiali innovative per la biosensoristica Semiconduttori organici. Tecniche di deposizione sotto vuoto di film sottili organici (evaporazione, MBE, evaporazione da fascio supersonico, PLD), Tecniche caratterizzazione morfologiche strutturali. Tecniche litografiche e di soft lithography. Nanolitografia, Dispositivi ad effetto di campo di interesse biosensoristico basati su conduttori organici.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni, Attività di laboratorio	
<p>Materiale didattico: Appunti del docente e bibliografia di riferimento</p>	
<p>Modalità di esame: Elaborato attività Laboratorio e colloquio orale</p>	

<b>Insegnamento:</b> Impianti di Trattamento degli Effluenti Inquinanti	
<b>Modulo:</b>	
<b>Docente:</b> Di Natale Francesco	
<b>Anno di corso:</b> 2	<b>Semestre:</b> 1
<b>Codice:</b> 05858	<b>SSD:</b> ING-IND/25
<b>CFU:</b> 6	<b>Ore:</b> 48
<b>Ore di lezione:</b> 38	<b>Ore di esercitazione:</b> 10
<p><b>Obiettivi formativi:</b>  Il trattamento degli effluenti da impianti industriali è materia complessa per il numero e la tipologia degli inquinanti da trattare, la varietà delle specifiche situazioni di processo, lo svilupparsi di nuovi sistemi di abbattimento, l'evoluzione della normativa. Il corso si prefigge di fornire un quadro d'insieme della problematica, informando gli studenti sui principali aspetti scientifici, tecnologici e normativi da tenere presente nella fase di scelta e di dimensionamento del sistema di trattamento, ed in particolare sui principi di funzionamento, i campi di utilizzo, le variabili chiave e le implicazioni economiche di ciascun sistema</p>	
<p><b>Contenuti:</b>  <i>Trattamenti degli effluenti aeriformi:</i>  Sorgenti inquinanti. Inquinanti primari e secondari. Tipologia degli inquinanti e loro formazione. Proprietà fisiche, chimiche e di trasporto. Campionamento ed analisi delle emissioni.  Cenni sulla normativa.  Classificazione, individuazione dei parametri di processo e criteri di dimensionamento delle principali tecnologie sviluppate su scala industriale per i processi di:  Rimozione degli ossidi di zolfo. Assorbimento chimico: metodi calcare gesso e metodi rigenerativi. Processi a secco; Sistemi spray dryer.  Rimozione degli ossidi di azoto. Sistemi catalitici (SCR) e non catalitici (SNCR).  Rimozione di composti organici volatili. Post-combustione. Impianti per la post-combustione termica e catalitica con recupero di tipo rigenerativo e non. Processi di adsorbimento: aspetti termodinamici e cinetici fondamentali. Principali soluzioni impiantistiche.  Rimozione del particolato: Filtrazione di particolato solido in letti fissi, fluidizzati e mediante monoliti ceramici. Filtri elettrostatici. Sistemi avanzati di scrubbing.  Rimozione di mercurio mediante iniezione di sorbente  Processi di cattura e stoccaggio della CO<sub>2</sub>: Sistemi assorbenti con etanolammine; Processi di adsorbimento e reazione in fase solida; Sistemi a membrana. Cenni sui sistemi di stoccaggio della CO<sub>2</sub>.  <i>Trattamenti degli effluenti solidi:</i>  Cenni sulla normativa. Impianti di trattamento termico: Processi di combustione, gassificazione e pirolisi. Principi della combustione dei rifiuti e dei combustibili derivati dai rifiuti. Tipologia degli inceneritori (rotanti, a griglia, a letto fluido).  <i>Trattamenti degli effluenti liquidi</i>  Cenni sulla normativa. Descrizione di massima di una linea di trattamento reflui civili. Trattamenti chimico fisici o terziari: Sedimentazione, chiari-flocculazione Adsorbimento. Scambio ionico. Cenni di processi di ossidazione avanzata.</p>	
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> NESSUNA	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<p><b>Materiale didattico:</b>  R.C. Flagan; J.H. Seinfeld: Fundamentals of Air Pollution Engineering; Dover publications (2012)  American Water works Association: Water quality and treatment 5<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill (1999)  Slide del corso su sito docente;  Appunti del corso</p>	
<b>Modalità di esame:</b> Colloquio finale	

Insegnamento: Ingegneria Chimica Ambientale	
Modulo:	
Docente: D'Anna Andrea	
Anno di corso: 2	Semestre: 1
Codice: 00180	SSD: ING-IND/25
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 30	Ore di esercitazione: 18
<p>Obiettivi formativi: Fornire gli elementi per una corretta gestione del “reattore atmosfera” attraverso l’analisi dei meccanismi di formazione e delle proprietà dei principali inquinanti provenienti da attività antropogeniche, della loro evoluzione in atmosfera su scala locale e globale e sui loro effetti sulla salute e sul clima</p>	
<p>Contenuti: Meccanismi di formazione di inquinanti primari e loro emissione in atmosfera: CO, idrocarburi incombusti, diossine e furani, benzene ed idrocarburi policiclici aromatici, particolato carbonioso e metallico. Evoluzione degli inquinanti in troposfera. Formazione di ozono e inquinanti secondari. Formazione di particolato secondario. Particolato atmosferico: funzioni di distribuzione delle dimensioni e caratterizzazione chimica. Normativa ambientale. Evoluzione degli inquinanti in stratosfera. Riduzione dell’ozono in stratosfera. Ruolo dei composti clorurati. Riscaldamento globale. Bilancio radiativi in atmosfera. I “gas” serra. Ruolo degli inquinanti di origine antropica. Cenni sugli effetti sulla salute di inquinanti primari e secondari. Metodi di misura e controllo delle emissioni di inquinanti primari.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni in laboratorio	
<p>Materiale didattico: - J.H. Seinfeld, S.N. Pandis: Atmospheric Chemistry and Physics, from Air Pollution to Climate Change, J. Wiley &amp; Sons. (NY), 2006 - W. Bartok, A.F. Sarofim: Fossil Fuel Combustion. A Source Book, John Wiley &amp; Sons (NY),1989 - B.J. Fynlayson-Pitts &amp; J.N. Pitts: Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere, Theory, Experiments and Applications, Academic Press (CA), 2000</p>	
<p>Modalità di esame: Colloquio orale</p>	

Insegnamento: Ingegneria delle Bioconversioni	
Modulo:	
Docente: Toscano Giuseppe	
Anno di corso: 2	Semestre: 1
Codice: 22242	SSD: ING-IND/24
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 24	Ore di esercitazione: 24
<p>Obiettivi formativi:          Il corso fornisce gli elementi di modellistica necessari per la progettazione di reattori fermentativi. Nella parte finale del corso vengono analizzati in dettaglio alcuni processi fermentativi di particolare rilievo.</p>	
<p>Contenuti:          Fermentatori ideali: reattori discontinui, semicontinui e continui. Sistemi con riciclo di biomassa. Modellistica delle colture microbiche: modelli non strutturati (Monod, Sonnleitner-Käppeli, ...), modelli strutturati (Williams, Nielsen, ...), modelli segregati.          Processi fermentativi industriali: produzione di etanolo, lievito da cucina, acidi organici, antibiotici, enzimi, biocarburanti.          Simulazione numerica di processi fermentativi</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p>Materiale didattico:          J. E. Bailey e D. F. Ollis, Fundamentals of Biochemical Engineering, McGraw &amp; Hill, 2a ed., 1989.          J. Nielsen, J. Villadsen e G. Lidén, Bioreaction Engineering Principles, Springer, 2a ed., 2003.          Le diapositive delle lezioni e gli esercizi numerici svolti sono disponibili sul sito web docenti.</p>	
<p>Modalità di esame:          Svolgimento di una simulazione numerica; colloquio</p>	

Insegnamento: Meccanica dei Fluidi Complessi	
Modulo:	
Docente: Tomaiuolo Giovanna	
Anno di corso: 2	Semestre: 1
Codice: 14771	SSD: ING-IND/24
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 8
<b>Obiettivi formativi:</b> Analizzare il legame tra la microstruttura dei fluidi complessi e le loro proprietà macroscopiche, con particolare riferimento al comportamento in flusso e deformazione	
<b>Contenuti:</b> Cenni di reologia. Flusso, deformazione, forze. Viscosità e viscoelasticità. Sistemi micro-strutturati. Relazioni tra proprietà reologiche e microstruttura. Esempi: sistemi macromolecolari, emulsioni, sospensioni. Modellistica macromolecolare. Leggi di scala. Il modello del dumbbell elastico lineare. Il modello di Rouse-Zimm. Previsioni dei modelli per soluzioni diluite. Sistemi concentrati. Entanglements e dinamica dei sistemi concentrati. I concetti di tubo e reptation. Previsioni dei modelli per sistemi concentrati. Relazioni proprietà-struttura. Effetto del peso molecolare e della sua distribuzione. Effetto dell'architettura molecolare (polimeri lineari, ramificati, a stella). Sistemi acquosi e di interesse biologico (sangue, muco). Tensioattivi. Sistemi micellari.	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> - Appunti delle lezioni - R.G. Larson, "The structure and rheology of complex fluids", Oxford University Press, New York 1999 - C.W. Macosko, "Rheology", Wiley-VCH 1994	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale	

Insegnamento: Reattori Biochimici per Applicazioni Analitiche e Terapeutiche	
Modulo:	
Docente: Pirozzi Domenico	
Anno di corso: 2	Semestre: 1
Codice: 31707	SSD: ING-IND/24
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione:	Ore di esercitazione:
<p>Obiettivi formativi:  Il corso integra i fondamenti di enzimologia e biologia cellulare forniti allo studente nei corsi precedenti con la descrizione dell'impiego delle biotecnologie nella progettazione di alcune applicazioni di interesse biomedico</p>	
<p>Contenuti:  Metodologie di immobilizzazione di enzimi e cellule. Metodologie di purificazione degli enzimi commerciali. Strumentazione di laboratorio impiegata per il monitoraggio dell'attività di enzimi e cellule. Esempi di applicazioni analitiche. Analisi di metaboliti e di enzimi di interesse clinico. Biosensori. Esempi di applicazioni terapeutiche. Biodepurazione di fluidi corporei</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni e simulazioni al computer	
Materiale didattico: Appunti e slides di lezione a disposizione degli studenti	
Modalità di esame: Simulazione al computer - Prova orale	

Insegnamento: Biologia Molecolare	
Modulo:	
Docente: Sannia Giovanni	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 00088	SSD: BIO/10, BIO/11, CHIM/11
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione:	Ore di esercitazione:
<p>Obiettivi formativi:  Il corso si propone di fornire una descrizione della struttura e della chimica degli acidi nucleici e degli eventi molecolari che sono alla base dei processi di conservazione, duplicazione ed espressione dell'informazione genica.</p>	
<p>Contenuti:  'Struttura e chimica degli acidi nucleici. Superavvolgimento del DNA. Organizzazione del DNA nelle cellule procariotiche ed eucariotiche. Le DNA-polimerasi, meccanismo del processo di duplicazione. Sintesi di RNA DNA-dipendente. Sintesi di proteine</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni	
Materiale didattico: Materiale didattico messo a disposizione dal docente	
Modalità di esame: Colloquio	

Insegnamento: Biotecnologia Ambientale	
Modulo:	
Docente: Toscano Giuseppe	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 21244	SSD: ING-IND/24
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 24	Ore di esercitazione: 24
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso descrive l'applicazione dei principi dell'ingegneria biochimica ai principali processi biologici per la depurazione di acque reflue e al biorisanamento di acque e suoli contaminati	
<b>Contenuti:</b> Cenni di microbiologia ambientale. Stechiometria e cinetica di crescita di culture microbiche. Bioreattori ambientali. Fenomeni di trasporto in bioreattori: diffusione nei biofilm, trasporto gas-liquido. Depurazione di acque reflue: Processo a fanghi attivi. Processi a biomassa adesa (filtri a percolazione, biodischi). Processi di nitrificazione, denitrificazione e rimozione biologica del fosforo. Processo anaerobico con metanogenesi. Biorisanamento di acque e suoli contaminati.	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> B. Rittmann e P. McCarty Environmental Biotechnology: Principles and Applications, McGraw-Hill, New York, 2001 Le diapositive delle lezioni e gli esercizi numerici svolti sono disponibili sul sito web docenti.	
<b>Modalità di esame:</b> Prova scritta	

Insegnamento: Chimica Fisica Molecolare	
Modulo:	
Docente: Causà Mauro	
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: Combustibili Tradizionali ed Innovativi e Celle a Combustibile	
Modulo:	
Docente: Turco Maria	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 30234	SSD: ING-IND/27
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 8
<p>Obiettivi formativi:  Il corso tratta i processi di produzione dei combustibili tradizionali, le loro caratteristiche ed i processi di trattamento delle materie prime che ne determinano un minor impatto ambientale. Vengono trattate le tecnologie di produzione di energia e combustibili innovativi, come le celle a combustibile, l'idrogeno e le biomasse. E' prevista un'attività di laboratorio finalizzata alla conoscenza e utilizzo di celle a combustibile di bassa temperatura</p>	
<p>Contenuti:  Combustibili tradizionali: classificazione e usi. Impatto ambientale. Emissioni inquinanti e relative normative di controllo. Composizione e frazionamento del petrolio. Processi di trattamento dei tagli petroliferi: idrocracking, idrodesolforazione, idrodenitrificazione. Reforming catalitico. Benzine: composizione e proprietà. Antidetonanti a basso impatto ambientale.  Processi di produzione di idrocarburi liquidi: Processo Fischer-Tropsch. Gasificazione del carbone. Inquinanti derivanti da processi di combustione e loro impatto ambientale.  Combustibili innovativi: classificazione e usi. Fonti rinnovabili di energia. Processi biologici e termochimici di trattamento delle biomasse per la produzione di biocombustibili. Uso di biocombustibili nell'autotrazione Emissioni ed impatto ambientale derivanti dall'uso di biocombustibili. Idrogeno come combustibile. Processi di produzione di idrogeno. Processi di produzione di idrogeno on-board. Reforming ossidativo del metanolo.  Celle a combustibile. Principi generali. Classificazione. Utilizzo delle celle a combustibile per la produzione di energia mobile e stazionaria. Impiego di celle a combustibile nell'autotrazione, nel settore navale, aerospaziale/aeronautico.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p>Materiale didattico:  - Materiale didattico fornito durante il corso  - Fuel Cell Systems Explained, J. Larminie and A. Dicks, Wiley, 2010.</p>	
<p>Modalità di esame:  Prove applicative in itinere e colloquio</p>	

Insegnamento: Impianti Biotecnologici (Corso Integrato)	
Modulo:	
Docente: Marzocchella Antonio – Salatino Piero	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 21243	SSD: ING-IND/25
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
<p>Obiettivi formativi: Fornire le basi per la progettazione degli impianti biotecnologici. Le conoscenze acquisite nell'ambito degli insegnamenti di principi di ingegneria chimica e di impianti chimici saranno finalizzate alla progettazione, conduzione e ottimizzazione delle apparecchiature per le operazioni unitarie (reattori, unità di separazione e recupero) di rilevanza nei processi biotecnologici</p>	
<p>Contenuti: Cenni di microbiologia e di fermentazione: classificazione dei microorganismi, mezzi di coltura complessi e semplici. Bioreattori enzimatici e fermentatori. Fermentazione aerobica e fermentazione anaerobica. Modelli cinetici di reazioni microbiche ed enzimatiche. Modelli microbici non strutturati. Network metabolici. Bioreattori plurifasici. Molteplicità di stati stazionari nelle fermentazioni. Operazioni unitarie tipicamente utilizzate nelle linee di separazione e recupero dei prodotti biotecnologici: filtrazione (tradizionale e tangenziale), centrifugazione, adsorbimento e cromatografia, estrazione in fase acquosa, cristallizzazione, rottura cellulare per il recupero di prodotti intracellulari, elettroforesi, Descrizione economica di processi biotecnologici: funzioni obiettivo e loro ottimizzazione. Presentazione di case-study selezionati tra processi biotecnologici di interesse energetico, farmaceutico, alimentare</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni	
<p>Materiale didattico: - Bailey J.E., Ollis D.F. (1986) BIOCHEMICAL ENGINEERING FUNDAMENTALS. McGraw-Hill, New York. - Villadsen J., Nielsen J. e Lidén G. (2011) BIOREACTION ENGINEERING PRINCIPLES 3rd Ed. Springer, New York</p>	
<p>Modalità di esame: Colloquio</p>	

<b>Insegnamento:</b> Impianti per l'Industria Agroalimentare	
<b>Modulo:</b>	
<b>Docente:</b> Nigro Roberto	
<b>Anno di corso:</b> 2	<b>Semestre:</b> 2
<b>Codice:</b> 30235	<b>SSD:</b> ING-IND/25
<b>CFU:</b> 6	<b>Ore:</b> 48
<b>Ore di lezione:</b> 40	<b>Ore di esercitazione:</b> 8
<p><b>Obiettivi formativi:</b>  Il corso mira a fornire allo studente le conoscenze al trattamento di prodotti alimentari con l'utilizzo di processi ed impianti di tipo convenzionale e non convenzionale anche considerando le nuove tendenze di mercato che tendono ad indirizzare le caratteristiche nutrizionali ed organolettiche degli alimenti. Il corso si prefigge inoltre di illustrare le principali operazioni unitarie dell'industria alimentare</p>	
<p><b>Contenuti:</b>  Proprietà chimiche, fisiche e microbiologiche degli alimenti: composizione chimica, proprietà termiche, elettriche ottiche e meccaniche. Struttura macroscopica e microscopica degli alimenti. Transizioni di fase negli alimenti. Refrigerazione, congelamento e surgelamento. Proprietà reologiche e strutturali. Processi di trattamento degli alimenti: disidratazione, essiccazione, concentrazione, pastorizzazione e sterilizzazione, cottura, frittura, congelamento. Impianti di trattamento convenzionali: forni a convezione forzata, drum drying, spray drying, liofilizzazione, scambiatori a tubi concentrici e a piastre. Impianti di trattamento Non-Convenzionali: riscaldamento ohmico, microonde, radiofrequenza, scambiatori a pareti raschiate, alte pressioni idrostatiche, campi elettromagnetici pulsati. Hurdle e Mild Technologies. Fermentazione. Trattamento di solidi granulari di interesse alimentare. Alimenti funzionali. Cenni sui processi di separazione a membrana.</p>	
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> NESSUNA	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<p><b>Materiale didattico:</b>  - M.A. Rao, Syed S.H. Rizvi, Ashim K. Datta: Engineering Properties of Foods, Third Edition ; Taylor &amp; Francis  - Dennis R. Heldman and Daryl B . Lund: Handbook of Food Engineering, Second Edition; CRC Press 2006  - John M. DeMan: Principles of Food Chemistry; Springer, 1999  - M . Shafiur Rahman: Handbook of Food Preservation, Second Edition; CRC Press 2007  - Da-Wen Sun: Thermal Food Processing: New Technologies and Quality Issues, Second Edition; CRC Press 2012  - J.E. Bailey, D.F Ollis: Biochemical Engineering Fundamentals; McGraw-Hill International  - R.H. Perry, D. Green: Perry's Chemical Engineers' Handbook; McGraw-Hill International</p>	
<p><b>Modalità di esame:</b>  colloquio</p>	

Insegnamento: Introduzione all'Ingegneria dei Sistemi Colloidali (Ingegneria della Soft Matter)	
Modulo:	
Docente: Maffettone Pier Luca	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 23466	SSD: ING-IND/26
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 30	Ore di esercitazione: 18
<b>Obiettivi formativi:</b> Integrare la preparazione dell'allievo con riferimento alla conoscenza dei sistemi colloidali ed alla loro modellazione e simulazione	
<b>Contenuti:</b> La rilevanza dei sistemi colloidali nei processi industriali e biomedici. Microstrutture a base di polimeri, biomolecole (proteine e virus), surfattanti aggregati (micelle, vescicole, gocce). Introduzione alla descrizione teorica dei sistemi colloidali. Moti Browniani. Tecniche di simulazione Browniana. Diffusione e sedimentazione. Tecniche di caratterizzazione ottiche e reologiche. Dispersioni colloidali: Sospensioni, Emulsioni, Schiume. Stabilità delle dispersioni: teoria DLVO. Transizioni di fase: cristalli liquidi. Tecnologie di processazione di dispersioni colloidali	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> -Slides del corso - R. A. L. Jones "Soft condensed matter" Oxford - I. D. Morrison & S. Ross "Colloidal dispersions" Wiley Richard A. L. Jones, Soft Condensed Matter (Oxford University Press) Thomas A. Witten (with Phil Pincus), Structured Fluids (Oxford University Press) Ian W. Hamley, Introduction to Soft Matter (John Wiley & Sons) Mohamed Daoud, Claudine E. Williams, Soft Matter Physics (Springer) L. Schramm, Emulsions, Foams, and Suspensions Fundamentals and Applications (John Wiley & Sons)	
<b>Modalità di esame:</b> Preparazione di un elaborato scritto e prova orale	

Insegnamento: Ingegneria Sanitaria-Ambientale	
Modulo:	
Docente: Pirozzi Francesco	
Anno di corso: 3	Semestre: 2
Codice: 00179	SSD: ICAR/03
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 8
<p>Obiettivi formativi: 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>Contenuti: 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: Materiali e Tecniche per la Tutela dei Beni Culturali	
Modulo:	
Docente: Liguori Barbara	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 30578	SSD: ING-IND/22
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
<p>Obiettivi formativi: Fornire allo studente una panoramica sui materiali in uso nel costruito storico. Particolare attenzione è rivolta allo studio delle problematiche connesse al degrado, alla diagnosi e alle tecniche di ripristino e conservazione dei materiali e manufatti del patrimonio storico.</p>	
<p>Contenuti: Origine ed evoluzione dei principali materiali in uso nel patrimonio storico. Classificazione, proprietà ed impieghi dei materiali nei beni culturali. Meccanismi fisici e chimici del degrado dei materiali. Effetti dell'umidità e dei sali solubili, effetti dei gas e del particolato presente nell'aria, effetti dell'irradiazione termica e luminosa. L'umidità nelle murature: cause, effetti e tecniche di intervento. Il rilievo del degrado dei materiali lapidei naturali ed artificiali: obiettivi e strumenti. Le tecniche diagnostiche per la caratterizzazione dei materiali antichi e dei loro prodotti di trasformazione nel tempo. Tecniche distruttive e non distruttive. Valutazione dei risultati diagnostici ai fini del recupero e della conservazione dei materiali. Il progetto di restauro.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni frontali, esperienze di laboratorio e seminari	
<p>Materiale didattico: Fiori, C., Lorusso S., Pentrella, R., Restauro, manutenzione, conservazione dei Beni Culturali: materiali, prodotti, tecniche. Pitagora Editrice Bologna Bertolini, L. Materiali da costruzione. Vol. 2: Degrado, prevenzione, diagnosi, restauro.</p>	
<p>Modalità di esame: Prova scritta finale e colloquio</p>	

Insegnamento: Materiali Nanostrutturati	
Modulo:	
Docente: Ninno Domenico	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 30249	SSD: ING-IND/22
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione:	Ore di esercitazione:
<p>Obiettivi formativi:          Gli sviluppi recenti delle 'nanotecnologie' hanno reso possibile ingegnerizzare materiali e dispositivi su scale di lunghezza di alcuni nanometri. I materiali nanostrutturati nella forma di nanocristalli, nanostriscie e nanofili hanno proprietà elettriche ed ottiche molto diverse da quelle della corrispondente fase macroscopica. Lo scopo principale di questo corso è quello di fornire gli strumenti sia concettuali che metodologici per la comprensione sia delle proprietà fisiche che delle potenzialità tecnologiche delle nanostrutture.</p>	
<p>Contenuti:          Microscopia Atomica          Microscopio STM: struttura e principio di funzionamento – Effetto tunnel e Corrente di tunneling – Spettroscopia STS – Microscopio AFM: struttura e principio di funzionamento – Interazione di Van der Waals tra tip e campione – Spettroscopia di forza con alcuni esempi.          Stati elettronici nelle nanostrutture          Nanofili assemblati su superfici – Approccio bottom up: metodo del tight-binding – Quantum confinement – Esempi di catene di atomi metallici - Proprietà fisiche e applicazioni del Grafene e dei nanotubi di carbonio - Nanostrutture a semiconduttore: quantum dots, quantum wire e quantum wells – Funzioni di Wannier ed equazione a massa efficace.          Trasporto di carica          Quantizzazione della conduttanza nei nanofili - La corrente in una nanostruttura con un singolo livello - Nanostrutture con più livelli – Regime balistico e formula di Landauer - Quantizzazione della conduttanza – La conduttanza in presenza di diffusione elastica – Trasporto diffusivo nei nanofili e nel grafene.          Termoelettricità          Effetto Seebeck e Peltier nelle nanostrutture – Il fattore di merito ZT – Il contributo dei fononi al trasporto d'energia - La termoelettricità nei nanocompositi – Equazioni del campo medio - Esempi ed applicazioni all'energy harvesting.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p>Materiale didattico:          Appunti del docente.          - Springer handbook of nanotechnology, edito da Bharat Bhushan (seconda edizione, 2007)</p>	
<p>Modalità di esame:          Prove di verifica in itinere e/o prova scritta finale; colloquio</p>	

Insegnamento: Monitoraggio di Inquinanti	
Modulo:	
Docente: Murena Fabio	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 17318	SSD: ING-IND/24
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 30	Ore di esercitazione: 18
<p><b>Obiettivi formativi:</b> Fornire le nozioni per la conduzione di operazioni di monitoraggio e lo studio dei fenomeni di trasporto e dispersione degli inquinanti nell'ambiente. Introdurre gli allievi alla preparazione di uno studio di impatto ambientale relativamente alla componente atmosfera mediante l'utilizzo di un software applicativo e alla rappresentazione dei dati attraverso software applicativi di grafica.</p>	
<p><b>Contenuti:</b> Espressioni della concentrazione nelle diverse fasi e fattori di conversione, legge di stato dei gas ideali. Elementi di analisi strumentale (tempo di mediazione, tempo di campionamento, accuratezza, precisione, limite minimo rilevabile) Tecniche di analisi dei principali inquinanti nelle diverse fasi: atmosfera, acque e suolo. Qualità dei dati (teoria degli errori) e elementi di statistica per l'analisi dei dati: modelli di variabili aleatorie (distribuzione normale e lognormale), intervallo di confidenza, test delle ipotesi. Ripartizione degli inquinanti tra fasi: equilibrio chimico, fugacità, coefficienti di ripartizione, isoterme di adsorbimento. Trasporto di materia: legge di Fick, diffusione in stagnante, coefficiente di trasporto di materia, teoria dei due film, equazione di bilancio di materia. Atmosfera: normativa sulla qualità dell'aria, caratteristiche fisiche dell'atmosfera, modelli di dispersione gaussiani, descrizione della turbolenza atmosferica, modelli di dispersione euleriani e lagrangiani, progettazione di reti di monitoraggio. Utilizzo di software di dispersione per emissioni puntuali, areali o lineari. Suolo e acque profonde: tecniche di campionamento e di analisi dei principali inquinanti, normativa, elementi di idrogeologia, modelli di dispersione in zona satura ed insatura. Rappresentazione dei dati in mappe di isoconcentrazione con utilizzo di software di grafica.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Il corso prevede oltre alle lezioni frontali lo svolgimento di esercitazioni in aula, visite in laboratorio ed esercitazioni al computer	
Materiale didattico: Per quanto riguarda l'inquinamento atmosferico Il libro di testo di riferimento è "La qualità dell'aria. Modelli previsionali e gestionali di Giovanna Finzi e Giuseppe Brusasca. Integrato dai lucidi presentati a lezione e disponibili sul sito web	
<p><b>Modalità di esame:</b> L'esame è orale e prevede la discussione di un elaborato comprendente uno studio di dispersione e l'analisi statistica di dati di monitoraggio. L'argomento dell'elaborato viene concordato preventivamente con lo studente dandogli la possibilità di affrontare una tematica di suo particolare interesse. Oltre la discussione dell'elaborato in sede di esame si verifica il livello di conoscenze acquisite dallo studente relativamente a altre tematiche affrontate nel corso.</p>	

Insegnamento: Processi Chimici per il Trattamento di Acque Contaminate	
Modulo:	
Docente: Marotta Raffaele	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 30241	SSD: ING-IND/27
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 38	Ore di esercitazione: 10
<p><b>Obiettivi formativi:</b>  Il Corso ha l'obiettivo di fornire un sufficiente bagaglio di conoscenze all'allievo che intende intraprendere attività di ricerca e di lavoro a livello nazionale e/o internazionale sullo sviluppo di sistemi di abbattimento di inquinanti ad elevata tossicità e di nuovi processi che impiegano la radiazione solare a fini industriali, energetici ed ambientali.</p>	
<p><b>Contenuti:</b>  Il corso prevede una prima serie di lezioni dove saranno illustrati alcuni aspetti di carattere generale sui processi sistemi integrati AOPs (diagrammi P&amp;I, cinetiche chimiche e biologiche complesse, etc.), come base formativa alle applicazioni per i Processi di Ossidazione Avanzata.  Successivamente verranno descritti i fondamenti e le applicazioni dei più comuni Processi di Ossidazione Avanzata, quali ozonizzazione, Fenton e Fenton-like con particolare riguardo alle cinetiche di degradazione delle sostanze organiche inquinanti. Particolare attenzione verrà dedicata alle applicazioni dei processi fotolitici e fotocatalitici che impiegano sorgenti radiazioni artificiali o naturali (fotolisi del perossido idrogeno, fotoFenton, TiO<sub>2</sub>-fotocatalisis etc.). A tal riguardo saranno fornite nozioni sulla radiazione elettromagnetica, sull'interazione della radiazione con la materia e sulle cinetiche fotochimiche e fotocatalitiche. Verrà approfondito lo studio delle proprietà fotocatalitiche dei principali materiali fotosemiconduttori (potenziale di eterogiunzione, effetto plasmonico locale, superidrofilicità fotoindotta, etc).  Verranno descritti i principali parametri operativi, i più comuni reattori impiegati a scala di laboratorio e industriale (collettori solari) e gli schemi di processo.  Un'ultima parte del corso sarà dedicata ai sistemi integrati di trattamento Biologico-AOP. Potranno essere programmate visite ai vari laboratori connessi alle attività di ricerca attinenti le tematiche del corso.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p><b>Materiale didattico:</b>  Il carattere notevolmente multidisciplinare della materia richiede conoscenze nei settori della Chimica Industriale, Impianti chimici, Catalisi, Fisica dello stato solido e Chimica Organica. Il materiale didattico sarà costituito da pubblicazioni e reviews fornite dal docente</p>	
<p><b>Modalità di esame:</b>  Prova orale</p>	

Insegnamento: Processi Termici per la Conversione Energetica di Biomasse e Rifiuti	
Modulo:	
Docente: Di Blasi Colomba	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 30296	SSD: ING-IND/26
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione:	Ore di esercitazione:
<p>Obiettivi formativi: Presentare i principi e le tecnologie di conversione termica e chimica di combustibili solidi, in particolare biomasse e rifiuti</p>	
<p>Contenuti: Proprietà chimico-fisiche di biomasse e rifiuti. Produzione di energia, combustibili, chemicals e bio-materiali. Bio-raffineria, combustibili di prima e seconda generazione. Pretrattamenti: essiccamento, screening, separazione, densificazione, torrefazione. Pirolisi: principi fondamentali, reazioni primarie e secondarie, prodotti, tecnologie, utilizzo dei prodotti, aspetti ambientali e di sicurezza. Gassificazione: reazioni e regimi di conversione, tecnologie, composizione del gas, gas cleaning e conditioning, applicazioni del gas, impatto ambientale, sicurezza nella gestione degli impianti. Combustione: principi, tecnologie per applicazioni domestiche ed industriali, co-firing, proprietà e comportamento delle ceneri, aspetti ambientali e di sicurezza. Modelli matematici per lo sviluppo, l'ottimizzazione e lo scale</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p>Materiale didattico: - D. L. Klass- Biomass for Renewable energy, fuels and chemicals. Academic Press 1998</p>	
<p>Modalità di esame: Prove applicative in itinere e colloquio finale</p>	

Insegnamento: Reattori Multifase e Combustione dei Solidi	
Modulo:	
Docente: Scala Fabrizio	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 30243	SSD: ING-IND/25
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 36	Ore di esercitazione: 12
<p>Obiettivi formativi:  Il corso mira a fornire agli allievi le conoscenze generali inerenti le tecnologie di processo di solidi granulari, con riferimento alle problematiche di contatto e reazione in sistemi polifasici e di trasporto, e dei processi e degli impianti per la combustione di solidi granulari</p>	
<p>Contenuti:  Generalità sui sistemi granulari: Caratteristiche di sistemi granulari. Granulometria, parametri di forma, caratteristiche morfologiche e porosimetriche. Dinamica di sistemi granulari: forze agenti su sistemi particellari, elementi di reologia di sistemi granulari. Generalità sui sistemi di flusso bifasici: Classificazione dei regimi di flusso bifase. Generalità sui modelli per la descrizione del flusso bifase: modelli pseudo-omogeneo e a fasi separate, dall'attrito in parete, dall'inerzia, dalle forze mutue tra le fasi. Teoria delle onde di continuità ed applicazione alla sedimentazione discontinua di sospensioni.  Fluidizzazione e sistemi fluido-particella: Fenomenologia della fluidizzazione. Incipiente fluidizzazione ed espansione omogenea di letti di particelle. Stabilità dello stato di espansione omogenea del letto: fluidizzazione particellare e aggregativa. Classificazione di Geldart delle polveri. Regimi di fluidizzazione veloce: fluidizzazione turbolenta, regimi di trasporto. Proprietà delle bolle in letti fluidizzati. Teoria della fluidizzazione a due fasi. Meccanismi di scambio termico tra sospensioni fluidizzate e superfici immerse nel letto. Elutriazione di polveri e valutazione delle sezioni di disimpegno.  Combustione di solidi: Modelli fenomenologici della combustione di solidi granulari. Individuazione dei regimi controllanti e determinazione dei parametri cinetici e di trasporto. Rassegna delle principali tipologie di combustori di solidi granulari: combustori a letto fisso/mobile, a letto fluidizzato, a letto trascinato. Presentazione di "case studies" con applicazioni calcolative.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
<p>Materiale didattico:  Dispense del corso. Testi di riferimento:  G.B. Wallis, One-dimensional two-phase flow, McGraw-Hill (1969)  D. Kunii, O. Levenspiel, Fluidization Engineering, Butterworth-Heinemann (1991)</p>	
<p>Modalità di esame:  Colloquio orale</p>	

Insegnamento: Reologia	
Modulo:	
Docente: Grizzuti Nino	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 15262	SSD: ING-IND/24
CFU: 6	Ore: 48
Ore di lezione: 20	Ore di esercitazione: 28
<p>Obiettivi formativi:  Il corso si propone di: 1) illustrare la fenomenologia relativa al comportamento reologico di fluidi a carattere newtoniano e non, 2) fornire strumenti utili per la caratterizzazione reologica di tali fluidi, 3) fornire strumenti per la trattazione quantitativa di problemi di flusso di interesse processistico</p>	
<p>Contenuti:  Parte istituzionale:  Fluidi newtoniani e richiami dell'equazione di Navier-Stokes. Fluidi non-newtoniani. Fenomenologia. Fluidi con viscosità variabile. Fluidi alla Bingham. Moti semplici di fluidi non-Newtoniani: moto in tubi, moto su piano inclinato. in tubi. Viscoelasticità. Misura delle proprietà reologiche. Reometri rotazionali. Reometri a capillare  Parte speciale  La parte speciale propone ogni anno un progetto di laboratorio nel quale viene selezionato un particolare fluido complesso che viene poi sottoposto ad una caratterizzazione reologica quantitativa.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: Lezione, laboratorio	
<p>Materiale didattico:  - Materiale didattico scaricabile dal sito docente  - C.W. Macosko, Rheology: Principles, Measurements, and Applications, Wiley 1994</p>	
<p>Modalità di esame:  Prova orale con presentazione di elaborato scritto sulla parte speciale</p>	

Insegnamento: Tecnologie dei Polimeri	
Modulo:	
Docente: Filippone Giovanni	
Anno di corso: 2	Semestre: 2
Codice: 11383	SSD: ING_IND/22
CFU: 9	Ore: 72
Ore di lezione:	Ore di esercitazione:
<p>Obiettivi formativi:  Il corso si propone di approfondire le relazioni tra struttura molecolare, tecnologie di trasformazione e proprietà macroscopiche di materiali polimerici</p>	
<p>Contenuti:  Nozioni generali: concetto di macromolecola; peso molecolare e metodi di determinazione dei PM, polimeri termoplastici e polimeri termoindurenti, polimeri lineari, ramificati, reticolati. Cenni sulla sintesi di macromolecole: poliaddizioni, policondensazioni e polimerizzazioni ioniche; polimerizzazioni di interesse industriale. Struttura di macromolecole: concetti di segmento statistico, raggio di girazione, solventi ideali, buoni e cattivi; termodinamica di soluzioni polimeriche; tecniche sperimentali di determinazione dei pesi molecolari: light scattering, metodo viscosimetrico e cromatografia. Microreologia: il modello del dumbbell, reptation, leggi di scala in polimeri entangolati lineari e ramificati, constraint release. Polimeri amorfi: conformazione delle catene polimeriche, mobilità molecolare; transizione vetrosa: metodi di misura della Tg. Polimeri semicristallini: struttura dei cristalli polimerici, cinetica e termodinamica della cristallizzazione metodi di determinazione della frazione cristallina. Correlazioni struttura-proprietà: diffusione e permeabilità, proprietà ottiche, proprietà termiche. Proprietà viscoelastiche: equazioni costitutive di solido elastico, fluido viscoso e viscoelastico, modulo di cedevolezza e di rilassamento, proprietà dinamico-meccaniche, principio di sovrapposizione di Boltzmann, principio di sovrapposizione tempo-temperatura, modelli viscoelastici discreti e spettri continui. Proprietà meccaniche: processi molecolari di snervamento e microcavitazione, criteri di cedimento, meccanica della frattura, proprietà meccaniche di fibre polimeriche. Tecnologie di trasformazione: reologia di fusi polimerici, fenomeni di elasticità entropica; principi di funzionamento delle macchine di trasformazione: stampaggio per colata, stampaggio a compressione semplice, estrusione, stampaggio a iniezione, filmatura piana e in bolla, calandratura, termoformatura, stampaggio per soffiatura; processi di microfabbricazione. Polimeri per usi speciali. Riciclaggio di materie plastiche.</p>	
Prerequisiti / Propedeuticità: NESSUNA	
Metodo didattico: lezioni frontali, seminari, visite in laboratorio	
<p>Materiale didattico:  S. Brückner, G. Allegra, M. Pegoraro, F.P. La Mantia, Scienza e tecnologia dei materiali polimerici, EdiSES, Napoli, 2002;  W. D. Callister, Scienza ed Ingegneria dei Materiali, EdiSES, Napoli, 2002. ;  Z. Tadmor, &amp; C. G. Gogos, Principles of Polymer Processing, John Wiley &amp; Sons</p>	
<p>Modalità di esame:  prova scritta e orale</p>	