

La presente guida è parte integrante del Manifesto degli Studi.

Ai fini della consultazione si consiglia l'utilizzo dell'indice  
al fondo del volume.

Eventuali suggerimenti e programmi dei corsi sono con-  
ce: <http://didattica.polito.it/guide>



**POLITECNICO  
DI TORINO**

## SOMMARIO

### Vecchio Ordinamento

Corso di Laurea in Ing. Chimica - Torino pag. 74

Corsi di Diploma Universitario in Ing. Chimica - Biella pag. 106

### Nuovo Ordinamento

Corsi di Studi in Ing. Chimica - Torino pag. 136

Corsi di Studi in Ing. Chimica - Biella pag. 156

Corsi di Studi in Ing. Chimica (per l'industria tessile) - Biella pag. 179

**Scelte Uniche VECCHIO E NUOVO ORDINAMENTO**

Guida  
ai programmi  
dei corsi  
2001/2002

**VECCHIO ORDINAMENTO**

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE  
(3°, 4° E 5° ANNO)  
SEDE DI TORINO

## EQ440 BIOMATERIALI

Periodo: 1

Credito: 10

Precedenza insegnamenti:

Docenti: Erica YESSÉ

### Prerogative del corso

L'obiettivo del corso è quello di descrivere le problematiche relative allo studio, al progettare, la caratterizzazione e l'impiego di materiali per applicazioni ortopediche, ortodontiche, odontologiche, strutturali e le proprietà con possibilità esempi di utilizzo.

### Prerequisiti

Chimica, scienza dei materiali, Diritto, corso integrato di Biologia e Anatomia e corso integrato di Meccanica e Resistenza dei Materiali.

## CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CHIMICA (3°, 4° E 5° ANNO) SEDE DI TORINO

### Programma

#### ASPETTI GENERALI, INTERAZIONE MATERIALE/SISTEMA

Aspetti ed evoluzione della scienza e tecnologia dei biomateriali - Aspetti problematologici generali relativi alla progettazione e l'impiego dei materiali in campo ortopedico e ortodontico: materiali per applicazioni nei tessuti connettivi vascolari, ortopedici, dentali, ortodontici, chirurgici, odontoiatrici dei tessuti molli, organi artificiali. Definizione di Toxicità, Biocompatibilità e Bioreattività; uso corretto di valutazioni di tipo *in vitro* e *in vivo* (esempio dei materiali protesici) - tessuti biologici - la risposta dei tessuti umani all'impianto di materiali estranei.

#### PRINCIPALI CLASSI DI BIOMATERIALE E RELATIVI SETTORI DI IMPIEGO

Metalli e leghe - Polimeri - Ceramica inorganica - Ceramica biologica - Vetri e vetroceramiche bioattive - Materiali a base di carbonio - Materiali compositi - Materiali biologici. Metodi di preparazione, lavorazione e caratterizzazione dei biomateriali. Relazione tra la struttura e le proprietà di ogni classe di biomateriali con particolare riferimento alle problematiche relative ai singoli campi di impiego.

#### PROBLEMI DI DEGRADAZIONE DEI BIOMATERIALI. CONCLUSIONI

Meccanismi di degradazione di materiali biologici: meccanici e biochimici; classi di materiali dovuti a fenomeni di corrosione.

Metodi di degradazione chimica e meccanica. Metodologie di sviluppo relative alle valutazioni del degrado biologico. Metodi e materiali per migliorare le prestazioni degli organi sostituiti: tendine di Polipropilene e prospettive. Campi sulle malattie ortodontiche in seguito.

### Laboratori e/o esercitazioni

#### ASPETTI GENERALI, INTERAZIONE MATERIALE/SISTEMA BIOLOGICO

Impiego di un esperto di interazioni fra materiali e organismi viventi.  
- Attività metodologica e strutturale di studi superficiali di strutture in materiali bioattivi.

#### PRINCIPALI CLASSI DI BIOMATERIALE E RELATIVE SETTORI DI IMPIEGO

Attività presso laboratori e personale specializzato, nella produzione di dispositivi ortodontici, intervento di esperti del settore medico e di esperti di valutazione di materiali e dei tessuti biologici.

## **E0440 BIOMATERIALI**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Enrica VERNÉ</b>

---

### **Presentazione del corso**

L'insegnamento si propone di descrivere le problematiche relative allo studio, la progettazione, la caratterizzazione e l'utilizzo di materiali per applicazioni biomediche, correlandone la struttura e le proprietà con i possibili campi di utilizzo.

### **Prerequisiti**

Chimica, Scienza dei materiali. Durante il corso verranno fornite alcune semplici nozioni basilari di fisiologia, ogniqualvolta l'argomento lo richieda.

### **Programma**

#### **ASPETTI GENERALI; L'INTERAZIONE MATERIALE/SISTEMA BIOLOGICO**

Storia ed evoluzione della Scienza e tecnologia dei biomateriali - Attuali problematiche generali inerenti la progettazione e l'utilizzo dei materiali in campo biomedico e dei dispositivi medicali per applicazioni nei settori cardio-vascolare, ortopedico, dentale, oftalmologico, chirurgico, implantologico dei tessuti molli, organi artificiali. Definizione di Tossicità, Biocompatibilità e Bioattività; loro criteri di valutazione in vivo e in vitro - L'interfaccia fra i materiali protesici e i tessuti biologici - La risposta dei tessuti viventi all'impianto di materiali estranei.

#### **PRINCIPALI CLASSI DI BIOMATERIALI E RELATIVI SETTORI DI IMPIEGO**

Metalli e leghe - Polimeri - Ceramiche bioinerti - Ceramiche bioattive - Vetri e vetroceramiche bioattive - Materiali a base di carbonio - Materiali compositi - Materiali biologici. Metodi di preparazione, lavorazione e caratterizzazione dei biomateriali. Relazioni fra la struttura e le proprietà di ogni classe di biomateriali con particolare riferimento alle problematiche relative ai singoli campi di impiego.

#### **PROBLEMI DI DEGRADO DEI BIOMATERIALI. CONCLUSIONI.**

Fenomeni di degradazione in ambiente biologico: meccanismi e manifestazioni cliniche dovuti a fenomeni di corrosione, rilascio, degradazione chimica e meccanica. Metodologie di indagine rivolte alla valutazione del degrado biologico. Metodi e trattamenti per migliorare le prestazioni degli attuali dispositivi biomedici. Sviluppi e prospettive. Cenni sulle normative attualmente in vigore.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

#### **ASPETTI GENERALI; L'INTERAZIONE MATERIALE/SISTEMA BIOLOGICO**

- Intervento di un esperto di interazioni fra materiali e organismi viventi.
- Analisi morfologica e strutturale di strati superficiali di reazione su materiali bioattivi

#### **PRINCIPALI CLASSI DI BIOMATERIALI E RELATIVI SETTORI DI IMPIEGO**

- Visita presso laboratori e aziende specializzati nella produzione di dispositivi biomedici.
- Intervento di esponenti del settore medico e di esperti di produzione di materiali e dispositivi biomedici.

- Determinazione di alcune proprietà delle principali classi di materiali utilizzati in campo biomedico: densità e modulo di Young, analisi della propagazione delle cricche, determinazione dinamico-meccanica delle proprietà viscoelastiche.
- PROBLEMI DI DEGRADO DEI BIOMATERIALI. CONCLUSIONI.
- Corrosione dei materiali metallici in ambiente fisiologico simulato.

## Bibliografia

Dispense fornite dal docente.

## Esame

Ogni studente sarà invitato, a fine corso, a presentare una breve tesina monografica nella quale approfondirà un argomento a scelta attinente al programma svolto. La valutazione si baserà su una verifica orale, che terrà conto, oltre che della preparazione del candidato, della partecipazione dimostrata durante il corso e della qualità della tesina presentata.

## **C0510 CALCOLO NUMERICO**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Paola BARATELLA</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso ha lo scopo di illustrare i metodi numerici di base e le loro caratteristiche (condizioni di applicabilità, efficienza sia in termini di complessità computazionale che di occupazione di memoria) e di mettere gli studenti in grado di utilizzare librerie scientifiche (IMSL, NAG) per la risoluzione di problemi numerici.

### **Prerequisiti**

Analisi I, Geometria, Fondamenti di Informatica.

### **Programma**

1. Aritmetica, errori (5 ore)  
Rappresentazione dei numeri in un calcolatore  
Errori di arrotondamento, operazioni di macchina  
Cancellazione numerica  
Condizionamento di un problema, stabilità di un algoritmo
2. Sistemi lineari (12 ore)  
Metodo di eliminazione di Gauss  
Decomposizione di Gauss e fattorizzazione LU  
Determinazione matrice inversa  
Metodi iterativi: Jacobi, Gauss-Seidel, SOR
3. Autovalori di matrici (8 ore)  
Metodo delle potenze  
Metodo delle potenze inverse  
Trasformazioni di similitudine e trasformazioni di Householder  
Cenni sul metodo QR
4. Approssimazione di dati e funzioni (12 ore)  
Interpolazione polinomiale: formule di Lagrange e di Newton  
Interpolazione con funzioni polinomiali a tratti  
Funzioni spline  
Metodo dei minimi quadrati
5. Equazioni non lineari (4 ore)  
Radici di equazioni non lineari: metodi di bisezione, secanti, tangenti: metodi iterativi in generale  
Sistemi di equazioni non lineari: metodo di Newton e sue varianti; metodi iterativi in generale
6. Calcolo di integrali (6 ore)  
Formule di quadratura di tipo interpolatorio: formule di Newton Cotes e gaussiane  
Formule composte  
Routines automatiche
7. Equazioni differenziali ordinarie (12 ore)  
Metodi one-step espliciti. Metodi Runge-Kutta

Metodi multi-step lineari. Metodi di Adams  
Convergenza e stabilita' dei metodi numerici  
Sistemi stiff  
8. Equazioni alle derivate parziali (15 ore)  
Caratteristiche. Classificazione delle equazioni quasi-lineari di ordine 2  
Metodi alle differenze finite  
Metodi dei residui pesati (collocazione, Galerkin). Elementi finiti

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Nelle esercitazioni in aula vengono sottolineati, con esempi, aspetti particolarmente importanti degli argomenti trattati nelle lezioni, svolti esercizi che contribuiscono ad una miglior comprensione della teoria e costruiti algoritmi di calcolo. Vengono inoltre proposte allo studente delle esercitazioni al calcolatore da svolgere a casa o presso i LAIB del Politecnico.

### **Bibliografia**

G.Monegato, Fondamenti di Calcolo Numerico, ed. CLUT, Torino, 1998.

### **Esame**

1. È prevista, per i soli iscritti al corso, una prova scritta di metà semestre (15-20 dicembre). Il superamento di questa prova comporta l'esonero della corrispondente parte di programma, purché l'esame finale sia sostenuto negli appelli n. 1,2,3. L'esame finale è solo orale. Nel corso della prova non è ammessa la consultazione di testi. L'eventuale ritiro durante la prova di esonero non comporta alcune conseguenza.
2. Negli appelli previsti dal calendario l'esame è solo orale.

## **C0590 CATALISI INDUSTRIALE**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>da nominare (referente: Guido SARACCO)</b>

---

### **Presentazione del corso**

La catalisi è una disciplina che correla struttura chimica e reattività, cinetica chimica e fenomeni di trasporto. Nei cicli di produzione di beni di largo consumo lo stadio catalitico rappresenta nella maggior parte dei casi la chiave di accesso all'ottenimento di alte rese e selettività. Il corso si propone di fornire una esauriente introduzione alle problematiche associate a ricerca e sviluppo di processi catalitici "dal laboratorio all'impianto industriale". Vengono infine prese in esame le principali applicazioni industriali, inclusi i processi catalitici per l'abbattimento di emissioni nocive.

### **Programma**

Introduzione ai concetti di base. Catalisi omogenea ed eterogenea, attività catalitica, selettività, funzionalità, "cammini di reazione", classificazione e selezione dei catalizzatori, ecc. [6 ore].

Adsorbimento. Caratterizzazione dei tipi di adsorbimento: adsorbimento fisico e chimico. Calore di adsorbimento e sua determinazione sperimentale. Modellazione: isoterme di Freundlich, Langmuir e Temkin [6 ore].

Velocità e modelli cinetici delle reazioni catalitiche eterogenee. Correlazioni empiriche. Modelli cinetici formali: modello di Langmuir-Hinshelwood, modello di Rideal. Energia di attivazione apparente, dipendenza della velocità della reazione catalizzata eterogenea dalla temperatura. Alcuni usi e limitazioni dei modelli cinetici.

Avvelenamento e periodo di induzione. [6 ore]

Preparazione e produzione di catalizzatori. Generalità. Metodi per precipitazione o per impregnazione. Impianti per la preparazione dei catalizzatori. Supporti catalitici: allumina, silice, carbone attivo, ossido di titanio, zeoliti, ecc. [8 ore]

Caratterizzazione chimico-fisica dei catalizzatori. Misura dell'area superficiale specifica. Area superficiale per chemisorbimento selettivo. Volume dei pori e loro distribuzione dimensionale. Metodi spettrometrici di caratterizzazione: FTIR, NMR, diffrazione di raggi X, ecc. Metodi calorimetrici. Microscopia elettronica.

Determinazione dell'acidità di un catalizzatore. [8 ore]

Reattori di laboratorio per la determinazione di attività, funzionalità e cinetica catalitica. Reattore a pulso, reattori batch e semi-batch, reattori tubolari integrali/differenziali, reattori a ricircolo esterno/interno, reattori a letto fluidizzato.

Trasferimento di massa e di calore in catalisi eterogenea. Metodi sperimentali e criteri teorici per la determinazione dei regimi di reazione. [8 ore]

Processi catalitici industriali. Processi catalitici nell'industria petrolchimica [8 ore]:

cracking catalitico, reforming catalitico, ciclizzazione, isomerizzazione, idrodesolfurazione, hydrocracking, hydrotreating, deidrogenazione, ecc. Gas di sintesi e processi associati [8 ore]: steam reforming, sintesi di Fisher-Tropsch, sintesi del metanolo, sintesi dell'ammoniaca. Combustione catalitica [10 ore]: combustione di gas a fini energetici, abbattimento di vapori organici, ossidazioni parziali (es.: etilene - ossido di etilene; metanolo - formaldeide); processi di ossiclorurazione, ossidazione dell'ammoniaca, ossidazione dell'anidride solforosa, ecc.

Processi di idrogenazione [4ore] trattamento di oli commestibili, purificazione di solventi, idrogenazione del benzene a cicloesano. Controllo delle emissioni [6 ore]: abbattimento di NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, particolato diesel, incombusti e CO da sorgenti fisse e mobili. Cenni di catalisi omogenea ed enzimatica [2 ore].

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Saranno svolte in laboratorio prove per l'individuazione della funzionalità catalitica (es. ossidante, disidratante, idrogenante,...) di un lotto di catalizzatori assegnati, correlando in ultima analisi tale funzionalità con la composizione chimica dei catalizzatori.

Saranno quindi svolte prove di determinazione di cinetiche di reazione in reattori a ricircolo con interpolazione dei dati sperimentali con modelli formali.

### **Bibliografia**

Vengono forniti i lucidi delle lezioni del corso. Per approfondimenti:

C.N. Satterfield, *Heterogeneous catalysis in industrial practice*, McGraw-Hill, New York, 1991.

B.C. Gates, *Catalytic chemistry*, Wiley, New York, 1992.

G.A. Somorjai, *Introduction to surface chemistry and catalysis*, Wiley, 1994.

### **Esame**

È prevista una prova orale sugli argomenti del programma.

# C0650 CHIMICA FISICA APPLICATA (INDUSTRIA CARTARIA)

Periodo: 1  
Crediti: 10  
Precedenze: -  
Docente: da nominare

---

PROGRAMMA NON PERVENUTO.

## **C0661    CHIMICA INDUSTRIALE I**

Periodo: 2  
Crediti: 10  
Precedenze obbligatorie:  
Docente:

**Giovanni Battista SARACCO** (collab.: **Maurizio ONOFRIO**)

---

### ***Presentazione del corso***

Il corso è essenzialmente volto all'acquisizione dell'insieme dei concetti di tipo processistico ed ingegneristico attraverso i quali, dalla conoscenza dell'aspetto chimico di una tecnologia industriale, se ne può ottenere la realizzazione pratica. Vengono affrontati i principali aspetti termodinamici, cinetici ed in generale chimico-fisici di una reazione chimica. Si considerano le caratteristiche delle sostanze coinvolte nei processi chimici, le modalità di realizzazione di questi ultimi, i bilanci energetici e di materia ad essi connessi, le loro rese, la loro interferenza con l'ambiente (alla luce delle leggi vigenti e delle tecnologie disponibili per combattere l'inquinamento). Si illustrano quindi, secondo le prospettive sopra indicate i più importanti processi della chimica industriale organica.

### ***Programma***

Linee di produzione ed aspetti economici nell'industria chimica; valutazione complessiva dei bilanci di materia ed energia in un processo chimico. [4 ore]

Fabbisogni idrici dell'industria. [2 ore]

Caratteristiche di impiego, in sicurezza, delle sostanze chimiche. [6 ore]

Cenni sulla vigente legislazione per combattere l'inquinamento di acqua, aria e suolo e sui processi di bonifica dei rifiuti idrici ed aeriformi e di trattamento dei rifiuti solidi. [8 ore]

Calcolo delle proprietà delle sostanze. [4 ore]

Aspetti termodinamici, termochimici e cinetici delle reazioni chimiche. Cinetica di reazione, catalizzatori e reattori chimici. [8 ore]

Dimensionamento di reattori continui e discontinui. [4 ore]

Trasferimento di calore in relazione ai livelli termici del processo chimico. [2 ore]

Principali reazioni di interesse industriale nelle sintesi organiche: idrogenazione, deidrogenazione, ossidazione, esterificazione, alchilazione, solfonazione, nitratura, amminazione, ossosintesi, alogenazione, polimerizzazione, ecc. [32 ore]

### ***Laboratori e/o esercitazioni***

Nelle esercitazioni vengono illustrati con esempi numerici i concetti di termodinamica e cinetica, nonché gli sviluppi di processo che formano oggetto delle lezioni.

### ***Bibliografia***

R. Rigamonti, Chimica industriale, CLUT.

G. Natta, I. Pasquon, I principi fondamentali della chimica industriale, CLUT.

G. Genon, M. Onofrio, Esercitazioni di chimica industriale, CLUT.

P.H. Groggins, Unit process in organic synthesis, McGraw-Hill (per approfondimenti).

### ***Esame***

1. Scritto: risoluzione di un esercizio sui temi trattati nelle esercitazioni.
2. Orale: domande sul programma del corso.

# **C0665 CHIMICA INDUSTRIALE II / SICUREZZA E PROTEZIONE AMBIENTALE DEI PROCESSI CHIMICI**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Giuseppe GOZZELLINO (coll. I Modulo Mauro BRUCHERO, II Modulo Luca MARMO)</b>

---

## **Presentazione del corso**

Attraverso la descrizione ragionata dei principali processi industriali il corso si propone di fornire un quadro attuale delle linee di sviluppo dell'industria chimica. I processi scelti sono esaminati con l'intento di evidenziare come la disponibilità di materie prime, i fattori chimico-fisici e tecnologici, i criteri di sicurezza e l'impatto ambientale contribuiscano alla scelta ed influenzino i processi stessi e le scelte industriali.

## **Prerequisiti**

È necessaria la conoscenza degli argomenti trattati nel corso di Chimica Industriale. MODULO A: Chimica industriale II

## **Programma**

### **CHIMICA INDUSTRIALE II**

Parte generale [2 ore]

Scelte e criteri per la realizzazione dei processi chimici.

Parte speciale [10 ore]

Liquefazione e frazionamento dell'aria: produzione di ossigeno ed azoto. Produzione di idrogeno e di gas di sintesi (idrogeno per via elettrolitica e da idrocarburi, conversione dell'ossido di carbonio, purificazione dei gas di sintesi).

Processi produttivi [33 ore]

Ammoniaca. Acido nitrico. Zolfo ed acido solforico. Carbonato sodico. Cloro-soda. Acido cloridrico. Fosforo ed acido fosforico. Biossido di titanio. Produzione di fertilizzanti: azotati; fosfatici; potassici e complessi. Lavorazione del petrolio e suoi derivati. Il gas naturale. Elastomeri (gomma).

### **SICUREZZA E PROTEZIONE AMBIENTALE DEI PROCESSI CHIMICI**

Incidenti e rischi nell'industria chimica

Evoluzione degli incidenti nelle attività industriali. Pericolosità di prodotti e di reazioni chimiche: Tossicità delle sostanze chimiche [6 ore].

Gas, Vapori e polveri a rischio di esplosione (Tipologia delle reazioni di ossidazione ed esplosive. Infiammabilità dei liquidi. Processi di inertizzazione) [6 ore].

Combustione dei solidi (Dinamica di un incendio, tossicità dei prodotti di combustione, ecc. [2 ore].

Banche dati incidenti. Valutazione probabilistica dei rischi [4 ore].

Identificazione degli eventi pericolosi [6 ore]

Analisi storica. Liste di controllo. Metodi ad indici (Dow-ICI). Revisioni di sicurezza. Analisi di operabilità ricorsiva. Dot chart. Analisi dei modi di guasto e degli effetti (FMEA). Prevenzione e protezione antincendio [6 ore]

Riferimenti normativi e di buona tecnica. Definizioni.

Incidenti tipici di riferimento e luoghi a maggior rischio di incendio.

Orientamenti progettuali di tipo 'prestazionale' o di tipo 'deterministico'. Criteri di progettazione attivi, (Impianti di rilevazione, sistemi di raffreddamento, ecc.) o passivi (Coibentazioni, ecc.).

Conseguenze del rilascio di prodotti infiammabili o tossici [3 ore]

Tipologia di sorgenti (Rilasci liquidi, gassosi, ecc.).

Valutazione dei danni per rilasci di energia (Incendio da pozza, Jet fire, Fireball, Esplosioni).

Danni per esposizione a sostanze tossiche (Dispersione di inquinanti, diffusione di fumi di incendio, ecc.).

### **Laboratori e/o esercitazioni**

#### **SICUREZZA E PROTEZIONE AMBIENTALE DEI PROCESSI CHIMICI**

Per una corretta comprensione del significato, uso e limiti delle differenti metodologie e soprattutto di software commerciali si svilupperanno esercizi pratici su semplici schemi d'impianto.

Tali esercizi raccolti sistematicamente costituiranno un fascicolo da portare all'esame; per il loro svolgimento, in alcuni casi, gli allievi saranno riuniti in piccoli gruppi (3-4 persone).

Saranno organizzate esperienze pratiche di esercitazioni antincendio da effettuarsi in un campo prove esterno al Politecnico.

### **Bibliografia**

#### **CHIMICA INDUSTRIALE II**

Parte del materiale didattico sarà messo a disposizione durante il corso.

1. Pasquon, Chimica industriale 1, CLUP, Milano.

2. Berti [et al.], Processi petroliferi e petrolchimici, D'Anna, Firenze.

#### **SICUREZZA E PROTEZIONE AMBIENTALE DEI PROCESSI CHIMICI**

Parte del materiale didattico sarà messo a disposizione durante il corso.

N. Piccinini, Affidabilità e sicurezza nell'industria chimica, SCCFQIM, Barcellona, 1985.

S. Messina, N. Piccinini, G. Zappellini, Valutazione probabilistica di rischio, 3ASI.

D.A. Crowl, J.F. Louvar, Chemical process safely, Prentice Hall, 1990.

### **Esame**

L'esame, costituito da uno scritto e un orale, verte esclusivamente sul programma svolto a lezione, che pertanto può subire variazioni di anno in anno. Lo scritto è relativo solo alle applicazioni delle metodologie sull'analisi dei rischi (Durata della prova: 3 ore; sono consultabili appunti, libri od esercizi svolti).

È previsto, a metà Periodo didattico, un colloquio orale facoltativo il cui superamento comporta l'esonero di quanto sostenuto. L'esonero è valido esclusivamente per la prima sessione d'esami.

## **C0910    CORROSIONE E PROTEZIONE DEI MATERIALI METALLICI**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Mario MAJA (coll.: Nerino PENAZZI)</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso viene sviluppato con l'intento di dare agli allievi ingegneri le basi necessarie per discutere i processi di deterioramento dei materiali metallici provocati dalla corrosione e per scegliere i metodi di protezione e prevenzione più idonei. Verranno discussi sia i processi di corrosione a umido, sia quelli di corrosione a secco e la corrosione per correnti impresse. Vengono inoltre discussi i criteri di scelta dei materiali metallici.

### **Prerequisiti**

È necessaria la conoscenza degli argomenti trattati nei corsi di Chimica e Metallurgia.

### **Programma**

- Introduzione. [8 ore]

Corrosione ad umido ed a secco, reazioni caratteristiche, danni diretti ed indiretti, costi ed affidabilità, ambienti corrosivi, richiami sulle acque, curva di Tillman, il suolo come elettrolito, velocità della corrosione ed influenza del tempo.

- Termodinamica elettrochimica. [8 ore]

Richiami sugli elettroliti, i potenziali di elettrodo, gli elettrodi di riferimento, misura dei potenziali, diagrammi pHV e loro lettura.

- Cinetica elettrochimica. [10 ore]

La polarizzazione degli elettrodi, le curve di polarizzazione, le sovratensioni (ohmica, di attivazione, di diffusione), la legge di Tafel, il comportamento dinamico di un elettrodo e metodi di analisi delle sovratensioni, i fenomeni anodici e la passività dei metalli.

- La isopolarizzazione dei metalli. [5 ore]

Le caratteristiche elettrochimiche delle principali reazioni che interessano la corrosione, il concetto di isopolarizzazione e di potenziale di corrosione, esempi pratici di sistemi reali.

- Coppie galvaniche in CC. [6 ore]

Contatto tra differenti metalli in acqua marina, esempi di coppie galvaniche in boiler, tubazioni e reattori, l'inversione delle coppie galvaniche (Fe-Sn e Fe-Zn), grafitizzazione delle ghise.

- La morfologia della corrosione. [12 ore]

Corrosione per vaiolatura, interstiziale, filiforme, intergranulare, sotto sforzo, per fatica, danneggiamento da idrogeno, corrosione atmosferica, biologica e nel suolo.

- Materiali ed ambiente. [5 ore]

Comportamento dei principali acciai e delle leghe di rame e di zinco alla corrosione marina ed atmosferica.

- Prevenzione e protezione. [6 ore]

Inibitori di corrosione (anodici e catodici), protezione catodica, rivestimenti metallici ed organici, criteri di progettazione.

- Prove di corrosione. [5 ore]
- Prove in camera a nebbia salina, prove elettrochimiche.
- La corrosione a secco. [5 ore]

La teoria di Wagner, esempi caratteristici di ossidazione di metalli, corrosione lato fumi di caldaie e metodi di prevenzione.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni vengono svolte discutendo vari casi di corrosione raccolti nel corso degli anni dal laboratorio. Vengono altresì proiettate videocassette editate dalla National Association Corrosion Engineering e concernenti un corso di corrosione per ingegneri tenuto dalla associazione suddetta.

### **Bibliografia**

- G. Bianchi, F. Mazza, Corrosione e protezione dei metalli, Masson.  
 D.A. Jonnes, Principles and prevention of corrosion, McMillan.

## C0940 COSTRUZIONE DI MACCHINE

Periodo: 3,4

Crediti: 10

Precedenze obbligatorie:

Docente: Giovanni ROCCATI (coll.: Luca GOGLIO)

---

### **Presentazione del corso**

Richiami sullo stato di tensione: componenti, valori e direzioni principali, cerchi di Mohr, soluzioni di St. Venant; prova di trazione; ipotesi di cedimento; coefficiente di sicurezza (4 ore)

Richiami sullo stato di deformazione: componenti, valori e direzioni principali; elasticità (2 ore). Estensimetria elettrica: principi di funzionamento, errori, circuiti di misura, applicazioni (2 ore).

Fatica e frattura dei materiali: nascita e propagazione della cricca, diagrammi per la presentazione dei risultati, effetto di intaglio; calcolo dei componenti; cenni sul caso di cicli diversi e sulla fatica multiassiale (6 ore).

Collegamenti filettati: materiali per bulloneria, comportamento della giunzione al montaggio e sotto carico esterno, resistenza statica e a fatica (4 ore).

Collegamenti saldati: tipi, principali tecnologie; sollecitazioni statiche e di fatica; controllo non distruttivo (4 ore).

Calcolo matriciale delle strutture: principi, nodi, elementi asta e trave, assemblaggio e soluzione (6 ore).

Teoria membranale dei gusci assialsimmetrici: proprietà geometriche, calcolo degli sforzi membranali (4 ore).

Recipienti cilindrici a parete spessa: studio generale, sollecitazioni dovute a pressione e temperatura, forzamenti (4 ore).

Piastre assialsimmetriche: studio generale, sollecitazioni dovute alla pressione e alle diverse condizioni al contorno (4 ore).

Fenomeni di bordo nei gusci assialsimmetrici: spostamenti flessionali, tensioni aggiuntive, coefficienti elastici di bordo (4 ore).

Norma italiana ISPEL VSR per i recipienti in pressione: condizioni di esercizio e prova, fasciami, fondi, tubi, piastre, viti e guarnizioni; cenni sulla direttiva comunitaria in materia di attrezzature a pressione (4 ore).

Concetti fondamentali del disegno tecnico: assonometrie, proiezioni e sezioni, scale e formati, tipi di linee, quote e tolleranze; cenni sulle principali lavorazioni meccaniche (4 ore).

Cuscinetti a rotolamento: principali caratteristiche e criteri di montaggio (1 ora).

Rappresentazione convenzionale dei collegamenti filettati e saldati (3 ore).

### **Prerequisiti**

È necessaria la conoscenza dei contenuti dei corsi di "Elementi di meccanica teorica ed applicata" e "Scienza delle Costruzioni".

### **Programma**

Richiami su: tensore delle sollecitazioni, tensore delle deformazioni; direzioni, tensioni, dilatazioni principali; relazioni di elasticità; ipotesi di tensione ideale [6 ore].

Fatica ed effetto di intaglio, legge del danno cumulativo, criteri di verifica dei cuscinetti a rotolamento [6 ore].

Recipienti a parete sottile (gusci) in stato di tensione membranale [4 ore].  
Stato di sollecitazione piana assialsimmetrica, tubi spessi e collegamenti forzati [4 ore].  
Piastre circolari inflesse caricate assialsimmetricamente [4 ore].  
Effetti di bordo e sollecitazioni flessionali nei gusci sottili [4 ore].  
Calcolo statico ed a fatica di collegamenti saldati e mediante bulloni [6 ore].  
Meccanica della frattura, prove non distruttive ed estensimetria [8 ore].  
Analisi matriciale delle strutture ed informazioni sui metodi di calcolo strutturale agli elementi finiti [12 ore].  
Informazioni generali sulla rappresentazione grafica di recipienti in pressione, caldareie, tubazioni ed elementi meccanici mediante viste e sezioni in proiezioni ortogonali, e cenni sulle assonometrie [8 ore].  
Collegamenti fissi con chiodature e saldature, smontabili mediante elementi filettati [3 ore].  
Tipi di cuscinetti volventi e loro montaggio [2 ore].  
Tolleranze dimensionali ed accoppiamenti con interferenza o con gioco, tolleranze di forma [3 ore].  
Designazione convenzionale dei materiali [2 ore].

### **Laboratori e/o esercitazioni**

In aula (4 ore / settimana): applicazione delle teorie presentate nel corso a casi di verifica e progetto; calcolo strutturale di massima di uno scambiatore di calore secondo norma ISPEL.  
In laboratorio: misure estensimetriche, prove non distruttive.

### **Bibliografia**

Durante il corso sono fornite dal docente dispense appositamente preparate che coprono l'intero programma. Si segnalano inoltre i seguenti testi di approfondimento:  
-M. Rossetto, "Introduzione alla fatica dei materiali e dei componenti meccanici", Levrotto & Bella, Torino, 2000;  
-G. Belingardi, "Il metodo degli elementi finiti nella progettazione meccanica", Levrotto & Bella, Torino, 1995;  
-A. Audenino, L. Goglio, M. Rossetto, "Metodi sperimentali per la progettazione", Levrotto & Bella, Torino, 1997;  
-G. Genta, "Calcolo di resistenza degli organi rotanti e dei recipienti cilindrici", Levrotto & Bella, Torino, 1996;  
- G. Gazzerro, A. Addabbo, "Guida alla costruzione degli apparecchi a pressione", Contech, Livorno 1999.  
È inoltre utile un manuale di disegno tecnico, ad es.: R. Rossi, "Il manuale del disegnatore", Hoepli, Milano, 1996.

### **Esame**

La prova d'esame si articola in una parte scritta e una orale. La parte scritta comprende la soluzione di esercizi di progetto o verifica di componenti meccanici e di recipienti, nonché una prova grafica di disegno e quotatura di un particolare. La prova orale consiste in un colloquio sugli aspetti teorici degli argomenti, volto ad accertare la comprensione dei metodi di calcolo e dei fenomeni fisici in gioco. Gli studenti che hanno superato la prova scritta con votazione fino a 24/30 possono decidere di non sostenere la prova orale mantenendo la votazione conseguita. È comunque obbligatorio presentare gli esercizi e i disegni assegnati nelle esercitazioni.

## **R1220 DINAMICA DEGLI INQUINANTI**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Giuseppe GENON</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso prende in esame, sia da un punto di vista fisico, sia di sua descrizione matematica, l'insieme dei fenomeni che interessano l'evoluzione di una qualunque sostanza, di origine industriale e non, la quale, immessa nell'ambiente naturale, ne modifichi le caratteristiche. Viene verificato l'impatto ambientale degli inquinanti di tipo chimico, con riferimento ai livelli di concentrazione ed alla persistenza nei vari comparti ambientali.

### **Programma**

- Generazione di inquinanti e fattori di emissione. [8 ore]
- Diffusione e trasporto di inquinanti aeriformi: modelli stocastici e modelli deterministici. [8 ore]
- Chimica e fotochimica della troposfera: irradiazione solare; cinetica e meccanismi di reazione. [4 ore]
- Fenomeno delle piogge acide, genesi e diffusione. [4 ore]
- Dinamica degli inquinanti immessi in corpi idrici fluenti: autodepurazione; bilancio dell'ossigeno; reazioni chimiche e biochimiche interessanti il carico organico. [6 ore]
- Meccanismi di eutrofizzazione e loro cause. [4 ore]
- Penetrazione di inquinanti in mezzi porosi e semipermeabili; trasporto verso le falde acquifere; reazioni con il terreno. [4 ore]
- Fenomeni di lisciviazione di rifiuti e sostanze residue immessi sul terreno. [4 ore]
- Mineralizzazione; decomposizione; processi legati al compostaggio e all'uso agricolo di sottoprodotti. [4 ore]
- Smaltimento diretto in mare; effetti accidentali; spandimenti. [3 ore]
- Diffusione e persistenza della radioattività. [4 ore]
- Bilanci globali per gli elementi, cicli degli elementi. [5 ore]

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni prevedono circa 10 ore di misure sperimentali, eseguite a gruppi, di fenomeni di inquinamento ambientale (qualità di corpi idrici, inquinanti aerotrasportati, terreni) e 15 ore di visite ad impianti tecnologici di trattamento.

### **Bibliografia**

Vengono forniti schemi e dati numerici di riferimento per gli argomenti trattati.

## **C1300    DINAMICA E CONTROLLO DEI PROCESSI CHIMICI**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Pier Luca MAFFETTONE</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso ha lo scopo di fornire all'allievo ingegnere i principi fondamentali necessari per affrontare i problemi di regolazione dei processi e degli impianti chimici. Il corso si rivolge sia all'ingegnere di processo, che deve gestire l'impianto ed il suo sistema di regolazione, sia al progettista, che deve essere in grado di analizzare un impianto esistente e modificare il sistema di controllo o di svilupparne il progetto. Gli aspetti di simulazione del processo e delle apparecchiature chimiche sono sviluppati nell'ottica del controllo del processo stesso, finalizzati alla scelta dei parametri ottimali del sistema di controllo o allo sviluppo di sistemi di controllo avanzati di tipi feed-forward o inferenziale.

Il corso si articola in lezioni in aula, in alcune esercitazioni in aula ed in esercitazioni individuali o in piccoli gruppi condotte presso il laboratorio informatico usando un codice di simulazione.

### **Prerequisiti**

Fenomeni di Trasporto, Principi di Ingegneria Chimica, Analisi Matematica I e II.

### **Programma**

Introduzione [2 ore]: Obiettivi del controllo, componenti del sistema di controllo.  
Simulazione e dinamica dei processi chimici [14 ore]: Trasformate di Laplace. Simulazione del comportamento statico e dinamico dei processi chimici. Simulazione per il controllo.  
Linearizzazione, diagrammi a blocchi. Funzioni di trasferimento e modelli input-output. Comportamento dinamico di sistemi di ordine 1, 2 e superiore. Cenni sui sistemi a parametri distribuiti.  
Identificazione di processo [4 ore]: L'identificazione con sollecitazione ad impulso unitario.  
Analisi e progetto dei sistemi feedback [8 ore]: Controllo feedback e comportamento dinamico dei sistemi feedback. Effetto del controllo P, PI e PID sulla dinamica dei sistemi feedback. Analisi di stabilità dei sistemi feedback. Progetto di controllori feedback. Criteri di prestazione, scelta del controllore, tuning. Analisi della risposta in frequenza. Progetto di controllori feedback con tecniche di risposta in frequenza.  
Analisi e progetto di sistemi di controllo avanzati [6 ore]: Compensazione del tempo morto. Sistemi con risposta inversa e sistemi a cicli multipli. Feedforward e ratio control. Controllo adattivo e deduttivo.  
Sistemi di controllo multivariabile [6 ore]: Configurazioni M.I.M.O. Interazione e disaccoppiamento.  
Progetto del sistema di controllo di un impianto [6 ore]: Strumenti di misura. Controllori.  
Cenni sul progetto di sistemi di controllo digitali [4 ore]  
Cenni sul controllo di processo avanzato [4 ore]

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni in aula [8 ore]: Soluzione di equazioni differenziali con trasformate di Laplace.

Sviluppo di schemi a blocchi.

Esercitazioni al laboratorio informatico [18 ore]: Utilizzando un codice di simulazione (Matlab + Simulink) gli studenti possono analizzare il comportamento dinamico di sistemi al variare dei parametri caratteristici del sistema stesso e del controllore. In questo modo, al termine di ogni settimana, gli studenti possono applicare, attraverso lo studio del sistema di controllo di una semplice apparecchiatura, i concetti e le tecniche trattate nelle precedenti lezioni.

L'esercitazione viene condotta a piccoli gruppi, e comporta lo studio dinamico del sistema con diversi tipi di controllo feedback, della sua stabilità, della risposta in frequenza e la scelta ottimale dei parametri del controllore. Al termine del corso dovrà essere presentata una relazione.

Esercitazioni sperimentali di laboratorio [4 ore]: Valutazione sperimentale di PRC in un impianto (fatta salva la disponibilità del laboratorio e la disponibilità dei servizi).

## **Bibliografia**

G. Stephanopoulos, Chemical Process Control. Prentice Hall, 1984 integrato da materiale distribuito dal docente.

## **Esame**

L'esame consiste in una prova scritta e nella discussione della relazione relativa alle esercitazioni.

# **R1360    DISCIPLINA GIURIDICA DELLE ATTIVITÀ TECNICO-INGEGNERISTICHE**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>da nominare</b>

---

## ***Presentazione del corso***

Il corso è articolato secondo due tematiche essenziali:

I parte - Diritto privato (5 crediti)

Comprende lezioni sui seguenti temi:

1. Famiglia
2. Successioni
3. Diritti reali (proprietà, ecc.)
4. Obbligazioni (contratti, società, lavoro)
5. Tutela dei diritti

(comprende 40 ore di lezione, 10 ore di esercitazione sui temi opzionali lavoro subordinato o infortuni sul lavoro e si prevede un impegno di studio individuale pari a circa 50 ore).

II parte - Diritto pubblico (2 crediti)

Comprende lezioni sui seguenti temi:

1. Atti amministrativi
2. Giustizia amministrativa (diritti e interessi legittimi)
3. Lavori pubblici
4. Esproprio per pubblico interesse
5. Acque pubbliche
6. Urbanistica-edilizia

(comprende 20 ore di lezione e si prevede un impegno di studio individuale pari a circa 30 ore)

Il corso costituisce una forma istituzionale di approccio alle materie giuridiche per i futuri ingegneri. Accanto alle nozioni istituzionali di carattere generale viene però sviluppato un complesso di nozioni specifiche relative alle attività professionali degli ingegneri, raggiungendovi da tali punti un certo approfondimento specialistico.

## ***Programma***

Il programma comprende le principali nozioni circa i concetti di diritto e di Stato, nonché intorno al diritto di famiglia e a quello delle successioni; in forma più ampia ed approfondita si studiano invece i diritti reali e le obbligazioni (con particolare riferimento al contratto di appalto). In materia di Società viene esaminata con particolare cura la società per azioni. Analoga attenzione è dedicata ai concetti di marchio, azienda, ditta, invenzione industriale. Viene altresì esaminata la tutela dei diritti, con le nozioni fondamentali circa la giurisdizione civile ordinaria e il regime delle prove.

Particolare attenzione è dedicata alla disciplina del fallimento e delle altre procedure concorsuali. Particolare ampiezza è altresì rivolta agli atti amministrativi, alla tutela nei confronti dell'amministrazione pubblica e alla giustizia amministrativa, all'urbanistica, all'edilizia, alla espropriazione per pubblica utilità, all'esecuzione delle opere pubbliche e all'appalto pubblico. Circa le specifiche attività professionali degli ingegneri

ri, si esaminano le norme e i principi regolanti la redazione dei progetti edilizi e la loro realizzazione (norme sui cementi armati, norme sulle zone sismiche) ed i principi su cui si basano le responsabilità dell'ingegneria all'interno delle grandi imprese, con particolare riferimento ai danni cagionati dal prodotto.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Periti e perizie, responsabilità del progettista e del direttore dei lavori, responsabilità penali dell'ingegnere, norme deontologiche.

### **Bibliografia**

"Istituzioni di Diritto privato e pubblico", a cura del Prof. Luciano Orusa e dei Dott. Andrea Della Corte, Pierluigi Marengo, Donatella Mussano, Terza Edizione aggiornata a cura del Dott. Luca Olivetti, Giuffrè Editore, Milano 1999.

Si raccomanda l'acquisto di un Codice Civile e di un Codice delle Leggi Amministrative.

## CA400 ELETTRICITÀ APPLICATA

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	Paolo SPINELLI

---

### Presentazione del corso

Il corso presenta gli aspetti dell'elettrochimica che sono di particolare interesse per l'ingegnere chimico, sia per i contenuti di tipo formativo, sia per le connessioni con importanti settori quali la produzione di energia, le tecnologie avanzate, i processi biologici, la corrosione. I concetti di base vengono sviluppati in funzione dell'utilizzazione tecnico scientifica dei metodi elettrochimici.

### Prerequisiti

È richiesta la conoscenza degli argomenti del corso di Termodinamica dell'ingegneria chimica.

### Programma

- I sistemi elettrochimici. [4 ore]

Generatori elettrochimici (pile e accumulatori), elettrolizzatori, definizioni e convenzioni.

- Stechiometria delle reazioni elettrochimiche. [6 ore]

Leggi di Faraday, bilancio energetico dei sistemi elettrochimici, rendimento di corrente e rendimento energetico, strumenti per la misura della quantità di elettricità.

- Proprietà degli elettroliti. [12 ore]

Conducibilità degli elettroliti e sua misura, teoria di Arrhenius, teoria di Debye e Huckel, coefficienti di attività degli ioni, numeri di trasporto, elettroliti solidi.

- Studio delle reazioni elettrochimiche. [12 ore]

Tensione di celle galvaniche e loro misura, potenziali di diffusione, potenziali di membrana ed elettrodi specifici per gli ioni, elettrodi reversibili semplici e multipli, elettrodo campione ed elettrodi di riferimento, diagrammi potenziale ' pH.

- Polarizzazione e cinetica dei processi elettrochimici. [12 ore]

Elettrodi polarizzabili e corrente residua, doppio strato elettrico, curve caratteristiche corrente-tensione, sovratensione di barriera, di diffusione, di reazione, di cristallizzazione, corrente limite di diffusione, processi anodici, passivazione dei metalli e caratteristiche degli strati passivanti.

- Potenziali misti. [8 ore]

Isopolarizzazione, elettrodi sede di più reazioni elettrochimiche, cenni di corrosione dei metalli.

- Applicazioni analitiche. [8 ore]

Potenziometria e titolazioni potenziometriche, polarografia, cronopotenziometria, amperometria, coulombometria.

- Cenni sulle principali applicazioni industriali. [10 ore]

Principi della raffinazione e della produzione elettrochimica dei metalli, cenni di galvanotecnica, cenni sulla lavorazione elettrochimica dei metalli, generatori elettrochimici, pile, accumulatori, pile a combustibile.

## Laboratori e/o esercitazioni

Verranno svolti alcuni esempi di applicazione ed alcuni calcoli relativi ai potenziali di elettrodo, alle tensioni di celle con e senza trasporto, alle sovratensioni.

L'attività di laboratorio riguarderà:

- Misura dei potenziali di diffusione.
- Titolazioni potenziometriche.
- Polarografia.
- Polarizzazione degli elettrodi.
- Curve caratteristiche.
- Passivazione del Fe, Ni e Pb.
- Protezione catodica.

## Bibliografia

- G. Bianchi, T. Mussini, *Elettrochimica*, Tamburini Masson, Milano, 1976.  
G. Kortum, *Trattato di elettrochimica*, Piccin, Padova, 1968.

## **C7291 FENOMENI DI TRASPORTO I**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Giancarlo BALDI</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di illustrare i fondamenti del trasporto di materia, energia e quantità di moto all'interno di una fase, sia per effetto di fenomeni molecolari, sia per effetto della turbolenza. Vengono poi affrontate le problematiche del trasporto tra due fasi e della cinetica del cambiamento di fase. Sono anche presentati i concetti fondamentali della fluidostatica.

### **Prerequisiti**

Termodinamica per l'ingegneria chimica, Analisi Matematica I e II, Calcolo Numerico.

### **Programma**

Bilanci macroscopici (8 ore): Bilancio macroscopico di materia, energia e quantità di moto per sistemi aperti e con trasporto convettivo; richiami di termodinamica; bilanci di sistemi con riciclo.

Fluidostatica (4 ore): La pressione come variabile scalare; variazione di pressione per forze di campo; variazione di pressione in sistemi multifasi; spinta su superfici.

Scambi di proprietà con l'esterno (16 ore): Cinetiche di scambio tipo Ohm: coefficienti di scambio e forze spingenti; modello della fase perfettamente agitata e della corrente monodimensionale; teorema di Buckingham; fattore di attrito in tubi; perdite di energia localizzate; fattore di forma e velocità terminale di caduta di un grave; flusso in letti granulari; misuratori di portata ad area fissa e variabile; coefficienti di scambio di calore e di materia in tubi ed attorno ad oggetti sospesi; coefficienti volumici di scambio di materia.

Trasporto molecolare (2 ore): Interpretazione dei fenomeni di trasporto per mezzo della teoria cinetica dei gas; equazioni costitutive per il trasporto di materia, calore e quantità di moto; cenni ai fluidi non Newtoniani.

Trasporto di quantità di moto in flusso laminare (12): viscosità di liquidi e gas; equazione di continuità; equazione di variazione della quantità di moto; tensore degli sforzi; equazioni di Navier-Stokes e Eulero; strato limite.

Fenomenologia della turbolenza (6): Instabilità turbolenta; variabili fluttuanti; tensore degli sforzi di Reynolds; viscosità turbolenta; lunghezza di mescolamento di Prandtl; profili di velocità in flusso turbolento bidimensionale e in tubi circolari; riconsiderazione dei fattori di attrito e di forma.

Trasporto di energia (8): Conducibilità termica di gas, liquidi e solidi; equazione di variazione dell'energia in sistemi omogenei; equazioni di variazione dell'energia termica e meccanica; strato limite termico; convezione naturale; coefficienti di scambio in tubi in regime laminare; trasporto di energia in sistemi turbolenti; conducibilità turbolenta, scambio con l'interfaccia e coefficienti di scambio; analogie di Reynolds, Colburn e Martinelli.

Trasporto di materia (8): Diffusività in gas, liquidi e solidi porosi; moto d'insieme e moto diffusivo; equazione di variazione di materia per sistemi a due componenti;

trattazione di problemi semplici di diffusione con e senza reazione chimica; cenni ai sistemi a multicomponenti; scambio di materia in sistemi turbolenti; diffusività turbolenta; teorie sullo scambio di materia.

Trasporto tra più fasi (2): Ipotesi dell'equilibrio termodinamico all'interfaccia; scambio tra più fasi; resistenze in serie e resistenze controllanti.

Cinetiche di cambiamento di fase (4): Evaporazione, condensazione, cristallizzazione.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni in aula consistono nell'applicazione alla risoluzione di problemi semplici dei concetti sviluppati a lezione.

Le esercitazioni di laboratorio riguarderanno:

Determinazione di perdite di carico per attrito in tubi e valvole; determinazione di coefficienti di scambio di calore in tubi.

### **Bibliografia**

R.B. Bird et al., Fenomeni di trasporto, Ed. Ambrosiana, Milano, 1970

TESTI DI APPROFONDIMENTO

F.P. Foraboschi, Principi di ingegneria chimica, UTET, 1973

### **Esame**

L'esame consiste di una prova scritta e una prova orale, svolte nello stesso appello; possono accedere alla prova orale gli allievi che hanno avuto una valutazione > 15/30 nella prova scritta. La prova orale può essere sostituita dalla discussione di una relazione approntata dallo studente su un argomento deciso con il docente.

## **C2590    IMPIANTI BIOCHIMICI**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Guido SASSI</b>

---

### ***Presentazione del corso***

Il corso si propone di preparare alla progettazione e allo sviluppo di macchine ed impianti che utilizzano materiale biologico, finalizzati alla produzione di composti chimici, farmaceutici, alimentari e finalizzati al controllo dell'inquinamento ambientale. Sono esaminati aspetti impiantistici e reattoristici delle biotecnologie; in tal senso il corso è complementare a quello di Processi biologici industriali ed indispensabile per un completo approccio alle problematiche ingegneristiche del settore.

### ***Prerequisiti***

Impianti chimici 1 e 2.

### ***Programma***

- Richiami di biochimica. [6 ore]

Conservazione e stabilità delle colture biotecnologiche, modificazione genetica ad usi industriali, cinetica enzimatiche e di crescita della biomassa, colture miste e substrati complessi; reperimento di ceppi industriali e verifica della loro funzionalità.

- Bioreattori. [16 ore]

Fenomeni di trasporto e reologici nei reattori biochimici; bilanci di massa ed energetici; reattori non ideali; reattori agitati meccanicamente, pneumatici e sistemi statici; reattori a biomassa libera; reattori a biomassa immobilizzata ed inglobata: lotto fisso e fluidizzato; reattori a membrana; impianti aerobici ed anaerobici; tecniche di immobilizzazione di micro-organismi ed enzimi; conseguenze sulle cinetiche biologiche; progetto e costruzione dei fermentatori.

- Impianti. [16 ore]

Sistemi e macchine per la preparazione dei brodi di coltura; la preparazione dell'acqua di processo; la preparazione dell'inoculo; sterilizzazione di flussi ed impianti: discontinua e continua, il problema del biofouling; scale-up: metodologie e tecniche; similitudini: cinetica, fluidodinamica, geometrica; strumenti e tecniche di misura; controllo: modelli e sistemi di regolazione; norme e regolamenti per la progettazione e l'esercizio degli impianti biotecnologici; la movimentazione dei materiali biologici.

- Recupero di biomolecole. [10 ore]

Operazioni unitarie in processi biotecnologici: centrifugazione, filtrazione, ultrafiltrazione, estrazione liquido/liquido, scambio ionico, distillazione, osmosi inversa, liofilizzazione; stabilità termica; accorgimenti per la riduzione dei fenomeni di shear stress.

- Trattamento degli effluenti. [4 ore]

Recupero di materia ed energia; barriere di confinamento e controllo; lo smaltimento della biomassa spenta.

### ***Laboratori e/o esercitazioni***

Le esercitazioni vertono, in massima parte, sullo scale-up di un bioprocesso.



## **C2601 IMPIANTI CHIMICI I**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Romualdo CONTI</b>

---

### **Presentazione del corso**

L'insegnamento fornisce i criteri di progettazione di alcuni gruppi di apparecchiature di frequente impiego nell'industria chimica, dedicando particolare attenzione al loro inserimento nell'impianto produttivo. Il dimensionamento delle apparecchiature viene pertanto completato da indicazioni su modalità di allacciamento, alimentazione, scarico, supportazione, ecc., anche in relazione a necessità di coibentazione ed a problemi di dilatazioni termiche.

### **Prerequisiti**

Sono propedeutici i corsi di Termodinamica dell'Ingegneria Chimica e di Principi di Ingegneria Chimica.

### **Programma**

**APPARECCHIATURE PER IL TRASFERIMENTO DI CALORE.**

I - Meccanismi di trasferimento del calore e principali correlazioni per il calcolo dei coefficienti di scambio termico (richiami).

Criteri di progettazione e particolari costruttivi degli scambiatori a tubi coassiali ed a fascio tubiero. Normalizzazione e scelta dei

materiali. Scambiatori a piastre ed altri tipi meno convenzionali. Condensatori.

Dispositivi per il controllo termico dei reattori

agitati e dei serbatoi. Collegamento delle apparecchiature con la centrale termica,

disposizione e supportazione delle tubazioni,

scaricatori di condensa, giunti di dilatazione, coibentazioni. (18 ore)

II - Criteri di progettazione e particolari costruttivi degli evaporatori.

Termocompressione. Impianti di concentrazione a multipli effetti. (8 ore)

**APPARECCHIATURE PER IL TRASFERIMENTO DI MATERIA.**

Caratteristiche costruttive, parametri geometrici fondamentali e criteri di progettazione

delle colonne di distillazione e delle colonne di assorbimento. Montaggio ed allacciamen-

ti; risoluzione dei problemi connessi con le dilatazioni termiche. Lisciviatori. (8

ore)

**APPARECCHIATURE PER IL TRASFERIMENTO SIMULTANEO DI CALORE E DI MATERIA.**

I - La cristallizzazione: nucleazione primaria e secondaria, accrescimento dei cristalli;

condizioni di metastabilità delle soluzioni sovrassature; individuazione delle condizioni

operative ottimali in relazione al tipo di apparecchiatura. Geometrie interne dei cristal-

lizzatori ed altri particolari costruttivi. Impianti di cristallizzazione. (4 ore)

II - L'essiccamento: umidità assoluta e relativa dell'aria, temperatura del bulbo umido,

saturatione, entalpia dell'aria umida. Diagramma psicrometrico e descrizione delle

principali modalità operative. Criteri di progettazione e particolari costruttivi dei prin-

cipali tipi di essiccatori: a piani, a tamburo rotante, a letto fluidizzato, a spruzzo ed a

superficie calda. (7 ore)

**FILTRI ED APPARECCHI A LETTO FLUIDIZZATO.** Filtrazione superficiale e profonda; moto di fluidi in letti granulari; pannelli comprimibili ed incomprimibili. Principali tipi di filtri per liquidi e per gas. Principi di fluidizzazione; impieghi dei letti fluidizzati in ingegneria chimica. Alimentazione del solido e del gas, recupero del solido, cicloni. Cenno ai letti fluidizzati trifasici. (7 ore).

**RECIPIENTI AGITATI MECCANICAMENTE.** Agitazione e miscelazione di sistemi omogenei ed eterogenei con particolare riferimento ai reattori agitati multifasici. Reattori solido-liquido: geometria degli apparecchi, tipi di agitatore, velocità minima dell'agitatore per la sospensione completa del solido, profili di concentrazione. Avviamento e riavviamento degli apparecchi. Reattori gas-liquido: geometria degli apparecchi, tipi di agitatore e di gorgogliatore, velocità minima dell'agitatore per la dispersione completa del gas. Scambio di calore e di materia nei reattori agitati multifasici. (6 ore)

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Consistono nello studio di fattibilità di un impianto chimico, basato sul progetto di massima delle apparecchiature principali e sulla successiva elaborazione di una proposta di disposizione e di allacciamento, corredata dai necessari disegni. L'esercitazione è svolta da squadre di 3-4 studenti a ciascuna delle quali viene affidata documentazione, su processo ed apparecchiature, adeguata allo sviluppo dello studio. Nell'attività in aula gli studenti sono assistiti da un docente ogni 7-8 squadre.

### **Bibliografia**

- J.M. Coulson e J.F. Richardson, 'Chemical Engineering', Vol. 2, Unit Operations, Pergamon Press, Oxford, 1968  
E.E. Ludwig, 'Applied process design for chemical and petrochemical plants', Gulf Publ., Houston, 1977  
D.Q. Kern, 'Process heat transfer', McGraw-Hill, New York, 1950

### **Esame**

Gli esami consistono in una prova orale il cui risultato viene integrato con quello dell'esercitazione svolta in aula (la cui validità è illimitata).

## **C2602    IMPIANTI CHIMICI II**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Vito SPECCHIA</b> (coll. <b>Giorgio ROVERO</b> , <b>Guido SASSI</b> , <b>Guido SARACCO</b> )

---

### **Presentazione del corso**

Vengono illustrati i criteri necessari alla progettazione ed alla conduzione degli impianti dell'industria chimica. petrolchimica, biochimica, ecc., richiamando le conoscenze di ingegneria termotecnica meccanica, chimica ed ecologica. Sono pure esaminati tutti i servizi ausiliari che costituiscono una parte finanziariamente e funzionalmente molto importante dell'impianto industriale. Si tende inoltre a mettere in evidenza la saldatura fra l'indagine teorica e la realizzazione pratica.

### **Prerequisiti**

Principi di Ingegneria Chimica I e II, Termodinamica dell'Ingegneria Chimica, Macchine, Impianti Chimici I.

### **Programma**

- Aspetti generali della progettazione di un impianto chimico: criteri di scelta e localizzazione degli impianti; articolazione del progetto e suoi elementi costitutivi; aspetti economici e parametri di redditività [6 ore].
- Servizi generali di stabilimento: servizi energia, cogenerazione e reti di distribuzione [8 ore]; servizio acque, acqua di raffreddamento, torri di raffreddamento a tiraggio naturale e a tiraggio meccanico [4 ore]; servizio frigorifero: impianti meccanici e ad assorbimento [3 ore]; servizio aria compressa e servizio del vuoto [2 ore].
- Servizi ausiliari di stabilimento: stoccaggio e immagazzinamento; raccolta scarichi fognari; servizio antincendio; raccolta e trattamento scarichi di emergenza [7 ore].
- Trattamento dei fanghi: ispessimento; stabilizzazione; disidratazione; compostaggio; incenerimento [3 ore].
- Movimentazione dei solidi: trasportatori a nastro ed a coclea; vibrotrasportatori; elevatori a spirale e a tazze; trasporto pneumatico [5 ore].
- Trasporto dei fluidi: tubazioni, valvole e perdite di carico in flusso bifasico [6 ore]; sollecitazioni termiche sulle tubazioni, compensatori di dilatazione, supporti ed appoggi [4 ore]; coibentazione [3 ore]; pompe [4 ore]; compressori e pompe ad anello liquido [3 ore].
- Condizionamento degli ambienti [2 ore].
- Impianti di trattamento degli effluenti gassosi: impianti di abbattimento del particolato (separatori meccanici e lavatori ad umido); assorbitori; adsorbitori; inceneritori; abbattimento degli ossidi di zolfo e di azoto [5 ore].
- Impianti di trattamento degli effluenti liquidi: principali impianti di tipo biologico (ossidazione aerobica, nitrificazione-denitrificazione, digestione anaerobica) e chimico [7 ore].
- Trattamento dei fanghi: ispessimento; stabilizzazione; disidratazione; compostaggio; incenerimento [3 ore].

## Laboratori e/o esercitazioni

Vengono svolte a piccoli gruppi di lavoro due esercitazioni monografiche di progetto di impianti con stesura di relazione finale sui risultati di dimensionamento ottenuti. Gli elaborati vengono esaminati ed il giudizio risultante è utilizzato per integrare il giudizio finale di esame.

## Bibliografia

Poiché gli argomenti trattati a lezione sono contenuti in più di un testo, si consiglia l'uso delle fotocopie messe a disposizione all'inizio delle lezioni, integrate con gli appunti presi durante le lezioni stesse. Quale testo di consultazione per l'acquisizione di dati chimico-fisici e di correlazioni utili per la progettazione degli impianti si consiglia l'uso del manuale:

- J. Perry, Chemical Engineering Handbook, McGraw-Hill, London. 6th Ed., 1984

## Esame

L'esame consiste in una prova scritta ed in una prova orale; la seconda viene sostenuta immediatamente dopo la prima. Durante la prova scritta non è consentito consultare alcun testo nè appunti (tutte le informazioni tecniche ed i dati necessari per lo svolgimento sono forniti nel testo d'esame). L'ammissione alla prova orale richiede il raggiungimento della sufficienza nella prova scritta. La prova orale consta di due distinte domande sugli argomenti sviluppati nel corso delle lezioni e delle esercitazioni. Il voto finale è pari alla media della valutazione sia dello scritto, sia delle due domande orali, integrata dal giudizio relativo allo svolgimento delle esercitazioni.

## CA450 IMPIANTI DELL'INDUSTRIA ALIMENTARE

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare (referente: Romualdo CONTI)

---

### **Presentazione del corso**

Il corso prende in esame alcune delle più importanti tecnologie dell'industria agroalimentare, evidenziando per i diversi processi produttivi le fasi riconducibili ad operazioni unitarie dell'ingegneria chimica, fornendo elementi di progettazione dei relativi impianti ed illustrando le problematiche connesse con la realizzazione e la gestione degli impianti nel loro insieme.

Attenzione viene anche dedicata alla contaminazione chimica degli alimenti ed alla loro conservazione, eventualmente mediante l'uso di additivi chimici.

### **Prerequisiti**

Possono essere ritenuti propedeutici i corsi di Chimica Organica, Principi di Ingegneria Chimica ed Impianti Chimici, tuttavia l'insieme delle nozioni acquisite nei primi quattro anni consente di seguire proficuamente il corso anche agli allievi dei Corsi di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (Indirizzo Ambiente) ed in Ingegneria Meccanica (in questo caso è opportuno un incontro preventivo con il docente).

### **Programma**

**INDUSTRIA OLEARIA.** Composizione dell'oliva e dell'olio di oliva; classificazione. Impianti per l'estrazione dell'olio di oliva.

Impianti per la rettifica dell'olio di oliva. Composizione dei principali semi e degli oli da essi estraibili. Impianti per l'estrazione degli oli di semi. Impianti per la rettifica degli oli di semi. Impianti per il recupero delle lecitine. Impianti per l'idrogenazione degli oli e per la preparazione della margarina. Additivi consentiti. Legislazione. (11 ore)

**INDUSTRIA ENOLOGICA.** Composizione dell'uva e del vino. Produzione del mosto. Impianti per la produzione di mosti muti, mosti concentrati e filtrati dolci. Vinificazione in presenza di vinacce ("in rosso") ed in assenza di vinacce ("in bianco").

Vinificazione intensiva e termovinificazione. Chiarificazione, stabilizzazione ed invecchiamento del vino. Spumantizzazione con i metodi Champenois e Charmat. Impianti per la distillazione delle vinacce e per il recupero dei tartrati e dei vinaccioli. Impianti per la produzione di "alcol buon gusto". Produzione dell'aceto. (8 ore)

**INDUSTRIA DELLA BIRRA.** Produzione del malto. Produzione delle farine e delle semole. Ammostamento, saccarificazione e decantazione. Luppologgio. Refrigerazione e filtrazione. Fermentazione, maturazione e chiarificazione. Pastorizzazione.

Produzione di birre con particolari requisiti. Produzione di birra analcolica. (6 ore)

**INDUSTRIA LATTIERO-CASEARIA.** Composizione del latte. Impianti per la pastorizzazione e la sterilizzazione del latte (sistemi HTST e UHT). Impianti per la produzione di latte concentrato e di latte in polvere; caratteristiche dei prodotti. Produzione di yogurt, burro e dei principali tipi di formaggio (cunno). (6 ore)

**INDUSTRIA PER LA LAVORAZIONE DELLA FRUTTA.** Impianti per la produzione di succo conservabile e di polpa concentrata. Estrazione e concentrazione degli aromi. Impianti per la produzione di succhi di frutta limpidi e torbidi, di sciroppi e di gelatine di frutta. (5 ore)

**INDUSTRIA DELLO ZUCCHERO.** Processi ed impianti per la preparazione dello zucchero. (3 ore)

**ALTERAZIONE DEGLI ALIMENTI E TECNICHE DI CONSERVAZIONE.** Cause dell'alterazione delle sostanze alimentari.

Tecniche di conservazione basate sulla disidratazione: impianti utilizzando il calore (concentrazione ed essiccamento), processi a membrana (osmosi diretta ed inversa ed ultrafiltrazione) ed il freddo (crioconcentrazione e liofilizzazione). Tecniche di conservazione dell'alimento tal quale basate sul calore e sul freddo; cenno ai principali impianti. Conservanti chimici. (7 ore)

**ALTRI ADDITIVI CHIMICI.** Emulsionanti, addensanti, gelificanti, stabilizzanti, esaltatori di sapidità, acidificanti, antischiumogeni, antiagglomeranti di polveri, agenti di rivestimento, coloranti, ecc.. Legislazione. (2 ore)

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni del corso sono divise in due parti. La prima (44 ore), da svolgersi in aula, prevede l'esecuzione del progetto di massima di un impianto dell'industria alimentare, completato con uno studio della sua disposizione da realizzarsi, eventualmente, mediante l'impiego del calcolatore (per cui è disponibile il necessario software - è indispensabile la conoscenza del CAD). L'esercitazione è svolta da squadre di 3-4 studenti. La seconda (4-5 mezza giornate) prevede la visita a stabilimenti produttivi. La visita può essere preceduta da una presentazione da parte di personale dello stabilimento.

### **Bibliografia**

Testo consigliato:

P. Cappelli e V. Vannucchi, 'Chimica degli alimenti - conservazione e trasformazioni', Zanichelli, Bologna, 1990.

Testi ausiliari:

J.C. Cheftel e H. Cheftel, 'Biochimica e tecnologia degli alimenti', Edagricole, Bologna, 1988.

G. Quaglia, 'Scienza e tecnologia degli alimenti', Chiriotti, Pinerolo (TO), 1992

### **Esame**

Gli esami consistono in una prova orale il cui risultato viene integrato con quello dell'esercitazione svolta in aula (la cui validità è illimitata).

## **C2661    IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI INQUINANTI I**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare (referente: Fulvia CHIAMPO)

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si occupa delle tecnologie e dei processi utilizzati per il trattamento degli effluenti aeriformi e dello smaltimento dei rifiuti solidi e dei fanghi. Il programma è pertanto indirizzato agli aspetti impiantistici e processistici sia costruttivi che gestionali, tenendo conto dei criteri di scelta fra le varie possibili opzioni di trattamento e della legislazione vigente.

### **Programma**

#### **INQUINAMENTO DELL'ARIA**

Principali classi di inquinanti. Legislazione relativa all'inquinamento atmosferico. Inquinamento atmosferico in ambienti di lavoro. Inquinamento da odori e tecnologie di trattamento. Biofiltri. (4 ore)

Apparecchiature per la depolverazione a secco: camere a gravità, separatori ad urto e inerziali, cicloni, separatori dinamici, filtri a maniche, separatori elettrostatici. (8 ore)

Apparecchiature per la depolverazione ad umido: cicloni, camere a spray, torri a riempimento, lavatori a Venturi e ad eiettore. (4 ore)

Apparecchiature per la separazione del particolato liquido, di gas e di vapori. (4 ore)  
Adsorbitori. (2 ore)

Incenerimento diretto, termico, catalitico. (4 ore)

Processi per la rimozione di NOx e SOx. (4 ore)

Microinquinanti organici clorurati. (2 ore)

#### **SMALTIMENTO DEI RIFIUTI SOLIDI**

Legislazione vigente. (1 ora)

Inceneritori per rifiuti solidi urbani e industriali. Pirolisi. (6 ore)

Discariche controllate. Produzione di biogas e di percolato da discariche per RSU. (6 ore)

Trattamenti di stabilizzazione-solidificazione per rifiuti tossico-nocivi. (2 ore)

Trattamenti per rifiuti ospedalieri. (1 ora)

Compostaggio. (4 ore)

Apparecchiature per il trattamento dei rifiuti solidi: trituratori, separatori, trasportatori. (4 ore)

Riciclaggio e recupero di RSU: carta e cartone, vetro, alluminio, plastica, materiali metallici, pneumatici. Produzione di RDF. (6 ore)

Bonifiche di siti contaminati. Valutazione di Impatto Ambientale (4 ore)

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Calcoli relativi al dimensionamento di apparecchiature per il trattamento degli effluenti inquinanti gassosi. (6 ore)

Calcolo di un camino. (4 ore)

Calcolo relativo ad un inceneritore per rifiuti solidi. (2 ore)  
Calcolo relativo ad una discarica per RSU (durata, produzione di biogas, produzione di percolato, etc.). (4 ore)  
Sono previste visite presso discariche consortili per RSU, impianti di compostaggio, impianti per il trattamento di rifiuti solidi industriali.  
Tali visite sono parte integrante del corso.

## **Bibliografia**

Testi consigliati

Bethea R.M., 'Air Pollution Control Technology: an Engineering Analysis Point of View', Reinhold, 1978  
Tchobanoglous G., Theisen H., Vigil S.A., 'Integrated Solid Waste Management', McGraw-Hill, 1993

## **Esame**

L'esame prevede una prova orale.

## **C2662 IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI INQUINANTI II**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	Vito SPECCHIA

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si occupa dei processi e delle tecnologie usate per il trattamento degli effluenti liquidi e sviluppa gli aspetti costruttivi e gestionali, tenendo conto dei criteri di scelta fra le varie possibili opzioni di trattamento. Sono considerate inoltre le possibilità di inquinamento secondario derivante dalle operazioni di depurazione, nonché le implicazioni economiche connesse con le tecnologie di trattamento.

### **Programma**

Caratteristiche chimico-fisico-biologiche dell'acqua naturale; parametri di inquinamento: effetti ecotossicologici e sulla salute umana; legislazione italiana; disciplina per la definizione dei limiti di accettabilità degli scarichi. [6 ore]

Potere di autodepurazione dei corsi d'acqua; eutrofizzazione. [2 ore]

Acqua primaria: tipi; consumi industriali. Acqua per generatori di vapore; acqua addolcita; acqua demineralizzata; dissalazione dell'acqua. [5 ore]

Produzione di acqua per uso idropotabile. [2 ore]

Pretrattamenti degli effluenti liquidi: grigliatura; disoleatura; dissabbiatura; sollevamento; polmonazione; equalizzazione. [4 ore]

Trattamenti primari degli effluenti liquidi: correzione del pH; sedimentazione; coagulazione-flocculazione; flottazione. [4 ore]

Trattamenti secondari degli effluenti liquidi. [19 ore, in totale]

Trattamenti biologici: cenni di biologia applicata; [2 ore]

ossidazione aerobica mediante impianti a fanghi attivi, filtri percolatori, biodischi, letti annegati e letti fluidizzati; [8 ore]

nitrificazione-denitrificazione e rimozione biologica del fosforo; [3 ore]

digestione anaerobica. [4 ore]

Trattamenti chimici: ossidazione dei cianuri; riduzione del cromo esavalente; abbattimento del mercurio. [2 ore]

Trattamenti terziari degli effluenti liquidi: adsorbimento; filtrazione con letti a sabbia; sterilizzazione; ozonazione; processi a membrana semipermeabile. [5 ore]

Trattamenti dei fanghi: ispessimento; disidratazione; riscaldamento; ossidazione ad umido; incenerimento; messa a dimora in discarica. [3 ore]

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Vengono illustrati alla lavagna, anche con la partecipazione diretta degli allievi, esempi di dimensionamento di apparecchiature e di progettazione degli impianti di trattamento illustrati a lezione; ciò anche ai fini della preparazione della prova scritta di esame.

## Bibliografia

Poiché gli argomenti trattati a lezione sono contenuti in più di un testo, si consiglia l'uso delle fotocopie messe a disposizione all'inizio delle lezioni, integrate con gli appunti presi durante le lezioni stesse. Possibili letture sono:

L. Masotti, *Depurazione delle acque: tecniche ed impianti per il trattamento delle acque di rifiuto*, Calderini, Bologna, 1987.

Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse*, McGraw-Hill Int. Eds. Civil Eng. Series, 3rd Edition, 1991

## Esame

L'esame consiste in una prova scritta ed in una prova orale, la seconda va sostenuta immediatamente dopo la prima. Durante la prova scritta non è consentito consultare alcun testo né appunti (tutte le informazioni tecniche ed i dati necessari per lo svolgimento sono forniti nel testo d'esame). L'ammissione alla prova orale richiede il raggiungimento della sufficienza nella prova scritta. La prova orale consta di due distinte domande sugli argomenti sviluppati nel corso delle lezioni e delle esercitazioni. Il voto finale è pari alla media della valutazione sia dello scritto, sia delle due domande orali.

## E2740 IMPIANTI METALLURGICI

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	Mario ROSSO

---

### **Programma**

#### INGEGNERIA INDUSTRIALE E LOGISTICA

Studi di fattibilità, analisi e ricerche di mercato. Fabbricati industriali e plantlayout. Caratteristiche dei fabbricati e criteri di scelta. Architettura industriale. Servizi generali e servizi ausiliari. Magazzini e modalità di immagazzinamento. Servomezzi: produzione e distribuzione dell'aria compressa, immagazzinamento e reti di distribuzione degli oli minerali, servomezzi gassosi. Impianti elettrici: normativa e schemi di distribuzione. Impianti di illuminazione: efficacia, progettazione e manutenzione. Logistica industriale, rete logistica e gestione di un sistema logistico. Tempistica ed intercorrelazione delle unità operative. Produttività e redditività degli investimenti impiantistici. Controllo qualità del processo. La manutenzione e le politiche di manutenzione, manutenzione preventiva.

#### TEORIA E TECNOLOGIA DEL TRASFERIMENTO DI MATERIA E DEL CALORE

Trasporto dei solidi, nastri trasportatori, coclee, elevatori a tazze, mezzi particolari, trasporto pneumatico e cicloni separatori. Alimentatori e chiusure di scarico.

Macinazione: frantumazione, granitura e polverizzazione, frantoi e mulini. Vagliatura e tipi di vaglio. La mescolazione dei solidi e relativi impianti. Sistemi misti solido-liquido: impianti per classificazione, flottazione, decantazione, sedimentazione, filtrazione, centrifugazione. Essiccamento diretto ed indiretto, impianti di essiccamento. Sistemi di stoccaggio per solidi e fluidi. Impianti di distribuzione dei fluidi: tubazioni, giunti, raccordi, guarnizioni e valvole, loro montaggio e protezione. Trasmissione del calore, meccanismi di conduzione, convezione ed irraggiamento. Combustibili ed analisi del processo di combustione. Forni industriali: funzionamento e classificazione. Camini e tiraggio. Progettazione termotecnica. Perdite e recuperi di calore.

#### IMPIANTI DI PRODUZIONE E FORMATURA, SICUREZZA E PROTEZIONE DELL'AMBIENTE

Analisi dei forni industriali: elettrici, a combustibile, a muffola, in atmosfera controllata, forni sotto vuoto. Principali applicazioni: forni fusori, di elaborazione, di riscaldamento, di trattamento termico, di cottura e di sinterizzazione.

Impianti per la produzione di atmosfere controllate, per il rivestimento e la spruzzatura. Impianti per la formatura: stampaggio, laminazione, estrusione, rifusione a zone, colata, pressocolata, iniezione, thixoforming e rheocasting. Impianti per produzione, elaborazione e compattazione delle polveri. Presse isostatiche.

Protezione antincendio, classificazione e cinetica degli incendi, rivelatori, grado di pericolo, prevenzione ed estinzione. Polluzioni atmosferiche: polveri, fumi e odori. Normative, captazione ed aspirazione, impianti di depurazione ed abbattimento. Il corpo idrico e l'inquinamento: acque primarie e loro trattamento.

Acque reflue: pretrattamenti, trattamenti primari, secondari e terziari. Raffreddamento dell'acqua. Trattamento dei fanghi. Rifiuti solidi: gestione e smaltimento.

Inquinamento da rumore e da vibrazioni: normative, metodi di controllo, di riduzione e di protezione.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

### **INGEGNERIA INDUSTRIALE E LOGISTICA**

Analisi e discussione di layout di impianti industriali, posizione geografica, vie di accesso, dislocazione reti di distribuzione fluidi ed energia elettrica.

### **TEORIA E TECNOLOGIA DEL TRASFERIMENTO DI MATERIA E DEL CALORE**

Progettazione di impianti di trasporto per materiali solidi e di reti di distribuzione di fluidi. Criteri di scelta di: pompe per vuoto, per liquidi e per sospensioni, ventilatori e compressori. Teoria della combustione e calcoli relativi alla combustione. Progettazione di forni.

### **IMPIANTI DI PRODUZIONE E FORMATURA, SICUREZZA E PROTEZIONE DELL'AMBIENTE**

Sviluppo di una esercitazione monografica relativa al progetto di un impianto completo per la produzione di materiali o di componenti. Le esercitazioni saranno completate da visite di istruzione a impianti industriali.

## **Bibliografia**

Dispense fornite dal Docente.

W. Nicodemi, R. Zoja 'Processi e Impianti siderurgici', Masson, Milano, 1980

A. Monte, 'Elementi di Impianti Industriali' vol. 1 e 11, Libreria Cortina, Torino.

## **Esame**

È prevista la discussione dell'esercitazione monografica, seguita da una prova orale.

## **RA160    INGEGNERIA DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Giulio GECHELE (coll.: Marina CLERICO)</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di fornire gli elementi teorici di conoscenza del fenomeno chimico-fisico dell'incendio e gli elementi di base per una corretta progettazione che tenga conto dei criteri di sicurezza antincendio per la salvaguardia delle persone e il contenimento dei danni. A tal fine sono presi in esame i principi e i metodi applicativi di prevenzione, protezione attiva e protezione passiva da applicarsi agli edifici (civili, pubblici e industriali), agli ambienti di vita (anche in sotterraneo) ed agli ambienti di lavoro.

### **Prerequisiti**

Elementi di Chimica Applicata; Elementi di Termodinamica, Termocinetica e Fluidodinamica.

### **Programma**

#### **- Dinamica dell'incendio**

Aspetti di chimica della combustione. Scambio termico e fluidodinamica. Limiti di infiammabilità e fiamme premiscelate. Fiamme di diffusione e pennacchio di fuoco. Combustione stazionaria di combustibili liquidi e solidi. Accensione di combustibili solidi. Sviluppo e propagazione di fiamma e di fuoco. Comportamento dell'incendio in spazi confinati nei diversi stadi di preflashover, flashover, postflashover e decadimento.

#### **- Aspetti generali della prevenzione antincendio**

Danni all'uomo. Principali cause di rischio d'incendio e rimedi generali organizzativi. Normative antincendio. Analisi qualitativa e quantitativa. Definizione di rischio e calcolo del carico d'incendio anche su basi statistiche. Definizione di prevenzione, protezione passiva ed attiva, sicurezza primaria e secondaria. Criteri di prevenzione in s.s. (riduzione della probabilità di sviluppo e potenza d'incendio), di protezione passiva (caratteristiche di progettazione per la salvaguardia delle persone ed il contenimento dei danni ad incendio sviluppato) e di protezione attiva ( sistemi di intervento sull'incendio, rilevazione ed estinzione).

#### **- Protezione passiva nelle costruzioni**

Caratteristiche strutturali come da normative, comportamenti al fuoco dei materiali (definizione di incendi standard, reazione e resistenza).

Compartimentazione: confinamento del carico d'incendio, distanze di sicurezza, filtri, strutture tagliafuoco. Vie di esodo: corridoi, scale, ascensori.

#### **- Prevenzione incendi nell'industria**

Fattori ordinari di rischio di incendio nell'industria

Prevenzione antincendio nell'industria sia come adeguamento ai dettami di sicurezza negli ambienti di lavoro, sia come tutela verso terzi. Certificato di prevenzione incendi CPI.

#### **- Incendi in sotterraneo**

Sviluppo e propagazione di incendi in luoghi confinati sotterranei ed interazione con la ventilazione. Aspetti specifici di normativa, criteri di salvaguardia delle persone e metodologie di intervento in luoghi quali tunnel stradali o ferroviari, stazioni metropolitane, parcheggi, magazzini, negozi, luoghi di spettacolo, miniere.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni avranno come oggetto gli stessi argomenti delle lezioni al fine di chiarire quanto esaminato dal punto di vista teorico.

Sono previsti lavori di modellizzazione al computer.

Sono previste visite tecniche a laboratori di ricerca e valutazione delle caratteristiche dei materiali ed a strutture operative con installazione di sistemi antincendio.

## **Bibliografia**

Appunti dei docenti e specifiche dispense di supporto.

## **Esame**

L'esame sarà di carattere orale e verterà prevalentemente sulla discussione di un'applicazione finale delle tecniche di progettazione presentate durante il corso, svolta dallo studente durante il periodo didattico.

## **C3110    MACCHINE**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Matteo ANDRIANO</b>

---

### ***Presentazione del corso***

Nel corso vengono esposti i principi termodinamici e fluidodinamici necessari ad una corretta comprensione del funzionamento delle macchine a fluido. Viene poi sviluppata l'analisi del funzionamento dei vari tipi di macchine (motrici ed operatrici) di più comune impiego, con l'approfondimento richiesto dall'obiettivo di preparare l'allievo ad essere, nella sua futura attività professionale, un utilizzatore attento ai vari aspetti, a quello energetico in particolare, sia nella scelta delle macchine, sia nel loro esercizio. A questo scopo viene dato lo spazio necessario ai problemi di scelta, di installazione, di regolazione sia in sede di lezione, sia in sede di esercitazioni, dove vengono esemplificate le necessarie calcolazioni.

Nelle lezioni vengono sviluppati i concetti, mentre nelle esercitazioni vengono eseguite applicazioni numeriche su casi concreti.

### ***Prerequisiti***

Sono necessari i concetti di termodinamica contenuti nel corso di 'Termodinamica dell'ingegneria chimica', e di meccanica contenuti nel corso di 'Elementi di meccanica teorica ed applicata'.

### ***Programma***

- Introduzione. Considerazioni generali sulle macchine motrici ed operatrici a fluido. Classificazioni. Richiami di termodinamica. Le turbomacchine: principi fluidodinamici e termodinamici. Studio delle trasformazioni ideali e reali nei condotti. (10 ore)
- Cicli e schemi di impianti a vapore semplici e rigenerativi, a ricupero per produzione di energia e calore, ad accumulo. (6 ore)
- Le turbine; le turbine a vapore semplici e multiple, assiali e radiali; regolazione; problemi meccanici e costruttivi tipici; le tenute. La condensazione. Possibilità e mezzi. Condensatori. (14 ore)
- Compressori di gas. I turbocompressori; studio del funzionamento e diagrammi caratteristici. Problemi di installazione; regolazione. I ventilatori. (12 ore)
- I compressori volumetrici alternativi e rotativi; studio del funzionamento; regolazione; campo di impiego. (8 ore)
- Le turbine a gas. Cicli termodinamici semplici e complessi. Organizzazione meccanica e regolazione. (8 ore)
- Le macchine idrauliche. Cenno alle turbine. Le pompe centrifughe. Campi di impiego. Caratteristiche di funzionamento; problemi di scelta e di installazione. La cavitazione. Le pompe volumetriche; campi di impiego; problemi di installazione. (8 ore)
- I motori alternativi a combustione interna. Cicli termodinamici. Studio del funzionamento dei motori ad accensione comandata e ad accensione per compressione. La combustione. La dosatura. Le combustioni anomale. Le caratteristiche dei combustibili. Emissioni nocive e loro contenimento. La regolazione. (12 ore)

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercizi di richiamo dei concetti di termodinamica orientati alle problematiche delle macchine. Esempi di applicazione del 1° Principio alle trasformazioni di interesse.

Uso dei diagrammi termodinamici (Mollier); esercizi sugli ugelli in condizioni subsoniche e in condizioni critiche con gas e vapore.

Bilanci di energia negli impianti a vapore, semplici, rigenerativi, a ricupero totale e parziale.

Esercizi sulle turbine assiali e radiali, semplici e multiple.

Esercizi sulla regolazione degli impianti a vapore a condensazione ed a ricupero, e calcoli sui condensatori.

Esercizi sui turbocompressori: utilizzazione dei concetti di similitudine; calcoli e scelte per la regolazione.

Esercizi sui compressori volumetrici alternativi e rotativi; calcoli e scelte per la regolazione.

Esercizi su cicli e impianti di turbine a gas: calcolo delle prestazioni in condizioni di progetto e di regolazione.

Esercizi sulle pompe: problemi di scelta, di installazione e di regolazione. Esempi di verifica delle condizioni di cavitazione (NPSH).

Esercizi sulle prestazioni dei motori a combustione interna; potenza e consumo specifico di vari tipi.

## **Bibliografia**

A. Capetti, Motori Termici, Utet, Torino, 1967

A. Capetti, Compressori di gas, Levrotto & Bella, Torino, 1970

A. Beccari, Macchine, Clut, Torino, 1980

A.E. Catania, Complementi ed esercizi di macchine, Levrotto & Bella, Torino, 1979

## **Esame**

L'esame consiste in una prova scritta della durata di circa 2,5 ore e di una prova orale di circa 50 minuti. Nella prova scritta, durante la quale possono essere tenuti e consultati testi o appunti, viene richiesto lo svolgimento di 3 esercizi riguardanti argomenti vari del corso trattati anche nelle esercitazioni. Il risultato della prova scritta non preclude l'orale. La prova scritta viene effettuata nel giorno e ora previsto nel calendario ufficiale degli appelli.

## **C3420 METALLURGIA**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Bruno DE BENEDETTI (coll.: Giovanni MAIZZA)</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso stabilisce criteri razionali di scelta e di controllo dei materiali metallici allo scopo di fornire uno strumento utile per la progettazione, costruzione e conduzione d'impianti chimici e meccanici.

Particolare attenzione viene dedicata all'integrazione dei materiali all'interno di un progetto generale che tenga conto dell'intero ciclo di vita dei prodotti, dedicando ampio spazio alle leghe ferrose ed ai problemi di interazione con l'ambiente in opera.

Le basi teoriche di metallurgia generale sono ritenute acquisite nei corsi precedenti di Tecnologia dei materiali e chimica applicata e Termodinamica dell'ingegneria chimica, mentre ci si prefigge lo scopo di supportare, tramite opportuni argomenti di collegamento, la Scienza delle costruzioni e la Costruzione di macchine.

### **Programma**

- Processi di fabbricazione. [8 ore]

La descrizione delle tecniche di colata, deformazione plastica a caldo ed a freddo, lavorazione per asportazione di materiale è utilizzata per fornire le alternative in relazione al disegno dei pezzi.

- Trattamenti termici massivi. [8 ore]

Modalità di esecuzione di ricottura, normalizzazione e bonifica e loro inserimento nel ciclo di fabbricazione in dipendenza delle esigenze di lavorabilità.

- Trattamenti termici superficiali. [12 ore]

Tecnologia per l'esecuzione di cementazione, nitrurazione, carbonitrurazione, tempra ad induzione e caratteristiche che vengono impartite ai pezzi in relazione alle esigenze di resistenza ad usura, fatica, corrosione. Tecniche di riporto superficiale.

- Classificazione degli acciai. [12 ore]

Acciai strutturali, per utensili, per cuscinetti, per valvole ed effetto comportato dagli elementi leganti. Ottimizzazione delle caratteristiche di saldabilità e lavorabilità.

- Acciai inossidabili. [14 ore]

Descrizione degli acciai ferritici, austenitici, martensitici e bifasici. Metodiche di giunzione: sensibilizzazione durante la saldatura e leghe stabilizzate. Trattamenti di distensione. Stabilità dello stato di passivazione in relazione all'ambiente. Le principali forme di corrosione uniforme e localizzata.

- Leghe da getto ferrose. [6 ore]

Ghise lamellari, sferoidali, nodulari e sistemi di modifica della matrice. Trattamenti di stabilizzazione dei getti. Tubi per reti di distribuzione gas, acqua.

- Leghe da getto non-ferrose. [10 ore]

Caratteristiche resistenziali delle principali leghe di rame, alluminio, zinco, magnesio, piombo, titanio.

- Leghe metalliche per impieghi particolari. [6 ore]

Materiali per applicazioni elettriche, magnetiche, aeronautiche, bioingegneristiche.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Descrizione dei metodi di misura delle principali caratteristiche meccaniche. [4 ore]

Modalità di esecuzione di controlli non-distruttivi e distruttivi. [4 ore]

I laboratori riguarderanno lo svolgimento di prove specifiche sui materiali, [6 ore]

e di simulazione al calcolatore di alcuni trattamenti termici con l'ausilio di programmi specifici. [6 ore]

## **Bibliografia**

Gli argomenti trattati nel corso sono sviluppati in:

A. Burdese, Metallurgia e tecnologia dei materiali metallici, UTET, Torino, 1992.

Per ulteriori approfondimenti si consiglia la consultazione del Metals handbook edito a cura dell'American Society for Metals (ASM).

## **Esame**

È previsto un solo accertamento finale tramite un colloquio orale. Il calendario viene stabilito in occasione di ogni appello in modo da favorire la massima flessibilità delle prove nel rispetto delle regole di Facoltà.

## **C3430    METALLURGIA FISICA**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Bruno DE BENEDETTI</b> (coll.: <b>Giovanni MAIZZA</b> )

---

### **Presentazione del corso**

Si tratta di una disciplina, didatticamente autonoma, propedeutica fondamentale per l'indirizzo metallurgico del corso di laurea in Ingegneria chimica e per l'indirizzo metallurgico del corso di laurea in Ingegneria meccanica.

Tratta di struttura, proprietà, comportamento fisico-meccanico dei metalli, argomento appena sfiorati nei due corsi paralleli a carattere tecnologico e strettamente applicativo di Tecnologia dei materiali metallici e di Metallurgia.

### **Prerequisiti**

Le nozioni propedeutiche impartite nel corso di Tecnologia dei materiali e chimica applicata.

### **Programma**

- Struttura cristallina dei metalli; principali tipi di reticolo cristallino; natura del legame metallico. Difetti nei metalli: vacanze, dislocazioni, bordi di grano, difetti di impilamento. [12 ore]
- Leghe metalliche; soluzioni solide sostituzionali e interstiziali; fasi di Hume'Rothers e di Laves; soluzioni solide ordinate. Richiami di termodinamica delle leghe metalliche e diagrammi di stato binari. [8 ore]
- Solidificazione dei metalli; fenomeni di nucleazione e crescita; solidificazione dendritica; fenomeni di segregazione; omogeneizzazione. Ricottura dei materiali metallici deformati a freddo: recovery, ricristallizzazione, crescita dei grani, ricristallizzazione secondaria. Fenomeni di indurimento per precipitazione: solubilizzazione, invecchiamento, nucleazione e crescita dei precipitati. [22 ore]
- Diffusione nelle soluzioni solide sostituzionali; prima e seconda legge di Fick; prima e seconda legge di Darken; determinazione dei coefficienti di diffusione; autodiffusione nei metalli puri; diffusione interstiziale. [8 ore]
- Deformazioni plastiche a temperature elevate per scorrimento sotto carichi costanti. [8 ore]
- Deformazione con geminazione; nucleazione e crescita dei geminati. Trasformazioni martensitiche; influenza delle sollecitazioni meccaniche sulla stabilità della martensite; trasformazioni bainitiche e perlitiche. [12 ore]

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni verteranno su:

calcoli roentgenografici: scelta dell'anticatodo; calcolo delle costanti reticolari; indicizzazione di un diffrattogramma; calcolo dei coefficienti di diffusione. [16 ore]

È prevista la partecipazione a misure diffrattometriche su apparecchiature a goniometro verticale e orizzontale. [6 ore]

## Bibliografia

- R.E. Reed, Physical metallurgy principles, Van Nostrand, New York, 1977.  
P. Brozzo, Struttura e proprietà meccaniche dei materiali metallici, ECIG, Genova, 1979.

## Esame

È previsto un solo accertamento finale tramite un colloquio orale. Il calendario viene stabilito in occasione di ogni appello in modo da favorire la massima flessibilità delle prove nel rispetto delle regole di Facoltà.

# MA460 METODI E MODELLI PER IL SUPPORTO ALLE DECISIONI

Periodo: 2  
Crediti: 10  
Precedenze obbligatorie: -  
Docente:

Maria Franca NORESE (DSPEA - tel 011/564.7279); assistente:  
Gabriella BALESTRA (DSPEA - tel 011/564.7279 - 4135)

---

## **Presentazione del corso**

Il corso presenta un insieme di strumenti di aiuto alla decisione e si propone di fornire agli allievi le conoscenze necessarie al fine di scegliere adeguatamente gli approcci metodologici e gli strumenti per trattare singoli 'problemi'.

Alla fine del corso l'allievo deve essere il grado di: (a) strutturare singoli problemi di media complessità; (b) scegliere lo strumento o gli strumenti adatti a seconda delle caratteristiche del problema; (c) utilizzare correttamente gli strumenti scelti in relazione al problema.

## **Prerequisiti**

Corso base di Ricerca Operativa.

## **Programma**

Struttura dei problemi decisionali. Processi decisionali organizzativi. Processo di aiuto alla decisione. Strumenti adatti a fornire supporto in relazione ad ambiti decisionali, informativi e problematici differenti, schemi e strumenti di orientamento, analisi di casi reali.

Approcci operativi ai problemi multiobiettivi, multiattributo e multicriteri. Metodi multicriteri di surclassamento: problematica di scelta, di ordinamento e di cernita, metodi ELECTRE, metodi di segmentazione. Metodo AHP. Strumenti software.

Metodi e strumenti software per la formulazione e la strutturazione di problemi complessi. Modelli di supporto in contesti individuali e collettivi, approccio di scelta strategica in relazione a situazioni decisionali interrelate.

Sistemi di supporto alla decisione: ambiti di applicazione, limiti e potenzialità, classificazione in funzione di contesto e finalità d'uso, caratteristiche strutturali e funzionali, impatto organizzativo.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni affronteranno il problema della modellizzazione multicriteri e dell'uso dei metodi di surclassamento. Il laboratorio è suddiviso in due parti. La prima ha come obiettivo di familiarizzare gli allievi all'uso di alcuni strumenti software di supporto alla decisione, la seconda verrà utilizzata per la strutturazione di un problema proposto dal docente e per il suo trattamento con gli strumenti a disposizione.

## **Bibliografia**

Appunti del corso.

H. Daellenbach, "Systems and Decision Making", John Wiley & Sons, 1994

M. Klein and L.B. Methlie, "Expert Systems. A Decision Support Approach", Addison-Wesley, 1990

J. Rosenhead (ed.) "Rational Analysis of a Problematic World. Problem structuring methods for complexity, uncertainty and conflict.", Wiley, Chichester, 1989

## Esame

Esame scritto, più discussione del lavoro sviluppato in laboratorio.

Presentazione del corso

Presentazione del corso

Il corso è dedicato a studenti di laurea in Ingegneria e Scienze della Terra. Il corso è tenuto in forma di lezioni e di esercitazioni. Le esercitazioni consistono in lavori di gruppo che mirano a sviluppare le capacità di analisi e di sintesi di problemi complessi e di prendere decisioni in situazioni di incertezza e di conflitto. Il corso è tenuto in forma di lezioni e di esercitazioni. Le esercitazioni consistono in lavori di gruppo che mirano a sviluppare le capacità di analisi e di sintesi di problemi complessi e di prendere decisioni in situazioni di incertezza e di conflitto.

## Programma

### Scopi e competenze

Lo scopo del corso è di fornire ai studenti le competenze necessarie per affrontare i problemi di ingegneria e di scienze della Terra in situazioni di incertezza e di conflitto. Le competenze che il corso mira a sviluppare sono: l'analisi e la sintesi di problemi complessi, la capacità di prendere decisioni in situazioni di incertezza e di conflitto, e la capacità di lavorare in gruppo.

### Contenuti

Il corso è diviso in tre parti principali: la prima parte tratta dei problemi di ingegneria e di scienze della Terra, la seconda parte tratta dei problemi di ingegneria e di scienze della Terra, e la terza parte tratta dei problemi di ingegneria e di scienze della Terra.

### Metodi di insegnamento

Il corso è tenuto in forma di lezioni e di esercitazioni. Le esercitazioni consistono in lavori di gruppo che mirano a sviluppare le capacità di analisi e di sintesi di problemi complessi e di prendere decisioni in situazioni di incertezza e di conflitto.

### Strumenti e materiali di lavoro

Il corso è tenuto in forma di lezioni e di esercitazioni. Le esercitazioni consistono in lavori di gruppo che mirano a sviluppare le capacità di analisi e di sintesi di problemi complessi e di prendere decisioni in situazioni di incertezza e di conflitto.

## Laboratori e/o esercitazioni

Il corso è tenuto in forma di lezioni e di esercitazioni. Le esercitazioni consistono in lavori di gruppo che mirano a sviluppare le capacità di analisi e di sintesi di problemi complessi e di prendere decisioni in situazioni di incertezza e di conflitto.

## Bibliografia

Il corso è tenuto in forma di lezioni e di esercitazioni. Le esercitazioni consistono in lavori di gruppo che mirano a sviluppare le capacità di analisi e di sintesi di problemi complessi e di prendere decisioni in situazioni di incertezza e di conflitto.

# M3500 METODI PROBABILISTICI, STATISTICI E PROCESSI STOCASTICI

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

## Presentazione del corso

Il corso per l'anno accademico 2001/2002 viene mutuato dai corsi di Statistica A e Processi Stocastici del corso di laurea in Ingegneria Logistica e della Produzione (nuovo ordinamento). Si invita pertanto a prendere visione del programma di quel corso.

## Prerequisiti

Corso base di Ricerca Operativa.

## Programma

Struttura dei problemi decisionali. Processi decisionali organizzati. Processo di aiuto alla decisione. Strumenti ausiliari a fornire supporto in processi di analisi decisionale. Problemi e problemi differenziali, schemi e strutture di risoluzione, analisi di sensibilità.

Approcci operativi ai problemi multidimensionali, multistadiali e multitemporali. Metodi di risoluzione di problemi di ottimizzazione: problemi di ottimizzazione e di ricerca operativa. Problemi di ottimizzazione: metodi di programmazione, metodi di ricerca operativa.

Problemi di ottimizzazione: problemi di ottimizzazione e di ricerca operativa. Problemi di ottimizzazione: problemi di ottimizzazione e di ricerca operativa. Problemi di ottimizzazione: problemi di ottimizzazione e di ricerca operativa.

Problemi di ottimizzazione: problemi di ottimizzazione e di ricerca operativa. Problemi di ottimizzazione: problemi di ottimizzazione e di ricerca operativa. Problemi di ottimizzazione: problemi di ottimizzazione e di ricerca operativa.

## Laboratori ed esercitazioni

Le esercitazioni affrontano il problema della modellazione matematica e dell'analisi dei dati di riferimento. Il laboratorio è suddiviso in due parti. La prima ha come obiettivo di familiarizzare gli allievi all'uso di alcuni strumenti software di supporto alla decisione, la seconda verrà utilizzata per la strutturazione di un problema proposto dal docente e per il suo trattamento con gli strumenti a disposizione.

## Bibliografia

Appunti del corso.

H. Dantzig, "Linear and Decision Making", John Wiley & Sons, 1994.

# H3770 MODELLI PER L'ORGANIZZAZIONE E LA GESTIONE DI SISTEMI

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Maria Franca NORESE</b>

---

## **Presentazione del corso**

Il corso intende fornire un quadro generale delle problematiche connesse con la modellizzazione di sistemi complessi e presentare differenti approcci teorici ed operativi. Alcuni tra i principali strumenti di analisi ed identificazione (di elementi, relazioni, procedure e processi del sistema in esame) e di strutturazione, valutazione e gestione del sistema modellizzato saranno presentati ed analizzati in relazione a casi reali di modellizzazione.

## **Programma**

- Sistemi e complessità  
caratteristiche di complessità in relazione a situazioni strutturate (prevalenti ad esempio nei sistemi biologici o meccanici) ed a situazioni poco o per nulla strutturate, tipiche dei sistemi organizzativi e socio-tecnici; strumenti per il riconoscimento e la classificazione di situazioni a differente complessità.
- Sistemi e misura  
natura della misura, scale di misura, valutazioni per i metodi multicriteri, problemi associati (precisione, significatività, incertezza, validazione...).
- Approcci di modellizzazione  
processi, metodologie e tecniche (diagrammatiche, analitiche, statistiche e logiche); strumenti di supporto alla strutturazione e gestione di modelli (structural and structured modeling; model management systems).
- Approccio sistemico ai problemi  
strumenti della ricerca operativa, dell'analisi dei sistemi e dell'ingegnerizzazione dei sistemi (sia in relazione alla concurrent engineering che al soft systems thinking).

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Analisi e modellizzazione di situazioni problematiche connesse all'organizzazione e gestione di sistemi informativi, decisionali e di coordinamento e controllo. Analisi ed utilizzo di strumenti software (LEP).

## **Bibliografia**

Appunti del corso e documenti distribuiti durante le lezioni.

# 01ELR POLIMERI PER APPLICAZIONI SPECIALI/ DEGRADAZIONE E RICICLO DEI POLIMERI (I)

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	Scienza e Tecnologia dei Materiali Polimerici I
Docenti:	Aldo PRIOLA, Giulio MALUCELLI

---

## **Presentazione del corso**

Il corso si propone di approfondire le conoscenze sui materiali polimerici, con particolare riguardo alle applicazioni di tipo specialistico e alle problematiche ambientali e di riciclo. Per la parte dedicata ai materiali speciali verranno esaminate le correlazioni tra le proprietà e la struttura e la morfologia, nonché le tecnologie di trasformazione impiegate nei diversi settori applicativi. Per la parte di riciclo e durabilità, saranno presentati i fattori che determinano il ciclo di vita dei polimeri e le tecnologie adottate per il riutilizzo e la valorizzazione dei materiali plastici post-impiego.

## **Prerequisiti**

Conoscenze di base sulla scienza e tecnologia di trasformazione dei polimeri.

## **Programma**

- Richiamo sulle proprietà fisiche e termo-meccaniche dei polimeri. Struttura e morfologia dei polimeri: strutture amorfe, mesomorfe e cristalline. Transizioni e rilassamenti. Fattori che influenzano  $T_g$  e  $T_f$ . Cristalli liquidi polimerici. Comportamento dei polimeri a basse deformazioni: creep, rilassamento degli sforzi. Tecniche di analisi dinamo-meccanica. Proprietà viscoelastiche. Variazione delle proprietà meccaniche in funzione della temperatura e del tempo; equazione WLF. Comportamento ad elevate deformazioni. Snervamento e frattura. Tecniche di antiurtizzazione dei polimeri.
- Materiali polimerici con elevate proprietà termiche e meccaniche. Esame dei principali tecnopolimeri industriali cristallini ed amorfi: poliacetali, nylons, poliesteri, policarbonati, polifenilenoossido. Tecnopolimeri avanzati: proprietà, tecnologie di trasformazione e principali settori applicativi. Polisolfoni, poliimmidi, polifenilensolfuro, polieterechetoni.
- Polimeri con alta resistenza chimica, all'ambiente e all'invecchiamento. Polimeri fluorurati: plastomeri, gomme, rivestimenti fluorurati. Polimeri siliconici: olii, gomme, resine silconiche: tecniche di reticolazione. Elastomeri speciali.
- Materiali polimerici per impiego nel campo delle vernici, dei film barriera e degli adesivi. Proprietà dei polimeri per film, vernici e rivestimenti protettivi. Principali classi di polimeri per questi impieghi: resine acriliche, epossidiche, uretaniche. Tecnologie di applicazione e reticolazione. Polimeri per film barriera: permeazione di gas e di liquidi attraverso film polimerici e meccanismi di diffusione. Meccanismi di adesione dei polimeri con i diversi substrati. Adesivi reversibili e strutturali: tipi di polimeri e tecnologie d'impiego. Trattamenti superficiali sui materiali polimerici: fiamma, scarica corona, plasma.
- Polimeri per impiego in campo elettrico, elettronico, ottico. Proprietà elettriche dei polimeri in relazione alla struttura: polimeri isolanti, semiconduttori, conduttori. Tecniche di drogaggio. Polimeri per optoelettronica. Polimeri piezoelettrici. Tecnologie

dei polimeri per l'elettronica: circuiti stampati, fotolitografia, tecniche di fotoreticolazione e fotodegradazione. Proprietà ottiche dei polimeri. Lenti in materiale polimerico. Proprietà ottiche non lineari in relazione con la struttura: polimeri per fibre ottiche. Display a cristalli liquidi.

- Durabilità dei polimeri industriali. Meccanismi di degradazione termica, fotochimica e ossidativa nei polimeri. Additivi per la stabilizzazione. Combustione e ritardo alla fiamma. Additivi ritardanti di fiamma.

- Miscele e leghe polimeriche. Criteri di miscibilità tra materiali polimerici. Morfologia di miscele e dispersioni polimeriche. Additivi compatibilizzanti. Esempi di blends industriali, proprietà ed impieghi.

- Tecnologie di riciclo e valorizzazione dei rifiuti plastici. Tecniche di separazione e di miscelazione. Biodegradazione: strutture polimeriche biodegradabili. Riciclo chimico: depolimerizzazione, degradazione chimica. Riciclo energetico: trattamenti in inceneritori. Rifiuti polimerici come combustibile. Pirolisi. Riciclo meccanico, blending reattivo e compounding: applicazioni industriali. Valutazioni economiche e aspetti normativi del riciclo.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Sono previste sia esercitazioni in aula con esemplificazioni e applicazioni di calcolo sugli argomenti di lezione sia esercitazioni sperimentali di laboratorio con squadre a numero limitato di allievi. Si effettueranno visite ad impianti di trasformazione e riciclo di materie plastiche e a laboratori di ricerca in settori specialistici di impiego dei materiali polimerici.

### **Bibliografia**

- D.W. Van Krevelen, *Properties of Polymers*, Elsevier Publ. Amsterdam, 3rd ed., 1990  
L.E. Nielsen, *Mechanical properties of polymers and composites*, M. Dekker, New York, 1994  
Fondamenti di Scienza dei Polimeri Pacini ed. Pisa 1998  
Appunti delle lezioni forniti dai docenti.

### **Esame**

L'esame consiste in una prova orale relativa a tutto il programma del corso.

## C3980 PRINCIPI DI INGEGNERIA BIOCHIMICA

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	Bernardo RUGGERI

---

### **Presentazione del corso**

Il corso è finalizzato sia a fornire una serie di nozioni biologiche di base, sia al trasferimento di metodologie di analisi tradizionali dell'ingegneria chimica ai sistemi biologici in reazione. Il corso è propedeutico agli insegnamenti di Processi biologici industriali e Impianti biochimici, di cui costituisce l'indispensabile fondamento.

### **Prerequisiti**

Principi di ingegneria chimica 1 e 2, Calcolo numerico.

### **Programma**

- Biologia. [14 ore]

La struttura cellulare: cellule eucariotiche e procariotiche; batteri, muffe, alghe, protozoi, cellule animali; struttura delle molecole biologiche: non informazionali: carboidrati e lipidi; informazionali: proteine, enzimi; miste: membrane biologiche; struttura, reattività e proprietà; strutture informative: dai nucleotidi ad RNA e DNA; principi di genetica: DNA ricombinante a fini industriali.

- Termodinamica. [10 ore]

Termodinamica dei processi irreversibili: equilibrio e trasformazioni cellulari; energetica dei sistemi biologici: catabolismo e anabolismo; reazioni metaboliche e reazioni genetiche; bilanci macroscopici di massa ed energia nei sistemi aperti; stechiometria delle reazioni biologiche: concetto di 'accoppiamento'; l'entalpia di reazione.

- Cinetica. [14 ore]

Fenomeni di trasporto: passivo, facilitato, attivo; proprietà di trasporto delle molecole biologiche; cinetiche biologiche: tecniche per la riduzione delle complessità formali: approccio lumping, tecnica dei rilassamenti; misure cinetiche: reattore integrale e differenziale, gradientless; problemi di consistenza tra misure sperimentali e modelli teorici; approcci modellistici alla dinamica biologica: sistemi a coltura pura e mista e sistemi, modelli deterministici, stocastici; stabilità puntuale ed asintotica, approcci avanzati: fuzzy e reti neurali.

- Bioreattoristica. [10 ore]

Batch, CSTR: stabilità e molteplicità cinetica e termica; reattori a pistone; immobilizzati: a letto fisso, fluidizzato; valutazione delle resistenze controllanti; un particolare bioreattore: fed batch: stabilità e controllo; reattori a membrana; interazione tra fluidodinamica e biofase: agitazione e morfologia; la teoria della turbolenza isotropica di Kolmogorov quale base per la stima delle proprietà di trasporto dei brodi.

- Principi dei biorecuperi. [4 ore]

Proprietà delle biomolecole; gradienti chimici ed elettrochimici; termodinamica e proprietà dei sistemi polifasici; essiccamento e denatura: la liofilizzazione quale principio di bioseparazione; recupero mediante l'uso di membrane

## Laboratori e/o esercitazioni

Esercizi di calcolo concernenti gli argomenti teorici trattati.

## Bibliografia

Appunti dalle lezioni.

J.D. Rawn [et al.], *Biochimica*, McGraw-Hill, 1990.

B. Lewin, *Genes*, IV, Oxford Univ. Press, 1990.

J.A. Roels, *Energetics and kinetics in biotechnology*, Elsevier, 1983.

M.L. Shuler, F. Kargi, *Bioprocess engineering*, Prentice Hall, 1992.

## **C3990    PRINCIPI DI INGEGNERIA CHIMICA**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Silvio SICARDI</b>

---

### **Presentazione del corso**

La prima parte del corso propone l'applicazione dei principi fondamentali di equilibrio termodinamico e bilanci di materia, energia e quantità di moto alla progettazione delle apparecchiature a stadi. La seconda parte del corso si prefigge di fornire le basi necessarie per il progetto dei reattori chimici.

### **Programma**

Progetto di apparecchiature di separazione

Progetto di apparecchiature di separazione a stadi. [30 ore]

Richiami di equilibrio termodinamico; stadio di equilibrio, stadi multipli a correnti incrociate, in controcorrente, in controcorrente con riflusso. Applicazioni al progetto di operazioni chimiche: colonne di assorbimento e di distillazione a piatti, estrattori liquido-liquido, processi di lisciviazione ecc.

Cenni a condizioni di funzionamento non stazionario.

Modelli fluidodinamici. [6 ore]

Modelli di sistema perfettamente miscelato ed a pistone; applicazione al calcolo delle colonne di assorbimento a riempimento.

Progetto di reattori chimici

Reattori chimici ideali omogenei. [10 ore]

Reattori isotermi, non isotermi ed adiabatici con reazioni semplici e complesse.

Reattori chimici reali omogenei. [8 ore]

Curve distributive dei tempi di permanenza; modello della dispersione longitudinale e dei reattori miscelati in cascata; cenni a modellistiche più complesse per l'interpretazione della resa e selettività dei reattori reali. Micromiscelazione e segregazione.

Reattori chimici eterogenei. [10 ore]

Trasporto di materia in presenza di reazione chimica: modello del film fittizio, teoria della penetrazione; reazione chimica in sistemi eterogenei fluido-fluido e fluido-solido con catalizzatore.

Calcolo di assorbitori in presenza di reazione chimica. [4 ore]

Calcolo di reattori catalitici bifasici solido-fluido. [4 ore]

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Vengono svolti calcoli di progetto delle apparecchiature chimiche definite a lezione.

Viene svolta una esercitazione di 4 ore con squadre a numero limitato di studenti: entro la fine del semestre ogni squadra deve compilare una breve relazione riportando modalità operative e risultati ottenuti.

## Bibliografia

G. Biardi, S. Pierucci, Operazioni unitarie di impianti chimici, CLUP, Milano.  
K.K. Westerterp [et al.], Chemical reactor design and operation.

## Esame

È prevista una prova scritta di calcolo e progetto delle apparecchiature trattate nel corso delle esercitazioni; la prova deve essere superata per poter accedere all'esame orale.

## C4030 PROCESSI BIOLOGICI INDUSTRIALI

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	Giuseppe GENON

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di chiarire i concetti di base, e successivamente illustrare i principali procedimenti industriali, i quali utilizzino microrganismi allo scopo di ottenere la produzione di composti chimici di base, alimenti, biomasse. In tal senso, ad una prima parte di carattere generale concernente i meccanismi fondamentali fisici, chimici e biologici dell'ingegneria biochimica, ed i relativi modelli di interpretazione, segue una seconda parte più applicativa e tecnologica, volta ad illustrare dal punto di vista dello schema di processo le operazioni più importanti della microbiologia industriale.

### **Prerequisiti**

È propedeutico al corso l'apprendimento dei necessari fondamenti di chimica industriale e di principi di ingegneria chimica.

### **Programma**

- Premesse di microbiologia.  
Caratteristiche dei microrganismi di interesse industriale, tipi, composizione, crescita, adattamento. [4 ore]
- Meccanismi di utilizzo energetico e di trasformazione metabolica. [3 ore]
- Ingegneria biochimica.  
Cinetica dei processi biologici, azione di inibitori, cinetica di crescita delle biomasse, relazioni tra cinetica e trasferimento di materia. [8 ore]
- Funzionamento di reattori continui, discontinui, semicontinui con o senza ricircolo. [5 ore]
- Trasferimento di ossigeno in reattori aerati, con agitazione meccanica, operanti con ricircolo. Problemi di agitazione. Scale-up delle prestazioni. [10 ore]
- Sterilizzazione termica del liquido culturale, mantenimento della sterilità, sterilizzazione dell'aria. [4 ore]
- Particolarità costruttive dei reattori, sistemi di misura e di controllo. [6 ore]
- Tattamento finale del liquido culturale, definizione dei costi di fermentazione. [4 ore]
- Tecnologie applicative.  
Produzione di metaboliti primari (etanolo, acidi organici), di enzimi, di antibiotici. [6 ore]
- Principi generali dell'ossidazione biologica, trattamento delle acque di scarico, concetto dell'età del fango, trattamenti anaerobici a biomasse sospese e fissate. [6 ore]

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni prevedono il calcolo di dimensionamento di apparecchiature e la definizione dello schema di processo di tecnologie microbiologiche. Più in dettaglio, esse trattano i seguenti argomenti:

- processi metabolici e considerazioni bioenergetiche; [4 ore]

- cinetica di processi biologici; [6 ore]
- dimensionamento dei sistemi di trasferimento dell'ossigeno; [8 ore]
- definizione di uno schema di processo e costi; [4 ore]
- dimensionamento processistico di sistemi di depurazione. [6 ore]

## Bibliografia

- S. Aiba, A.E. Humphrey, N.F. Millis, Biochemical engineering, 1973.  
 H.J. Rehm, G. Reed, Biotechnology. Vol. 1 e 3, 1983.G. Genon, Processi biologici industriali, CLUT, 1993.

## **C4050      PROCESSI DI PRODUZIONE DEI MATERIALI MACROMOLECOLARI**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Giuseppe GOZZELLINO</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di fornire un quadro generale sui principali processi industriali di produzione di polimeri sintetici. Vengono forniti i concetti di base della chimica macromolecolare e la loro applicazione nello sviluppo di processi per la produzione delle macromolecole costitutive le materie plastiche, gli elastomeri e i materiali termoindurenti. Sono inoltre prese in considerazione le proprietà fondamentali e le caratteristiche di impiego dei materiali macromolecolari ottenuti nei processi industriali e le tecnologie di trasformazione nei prodotti finali di consumo.

### **Prerequisiti**

Il corso può essere seguito agevolmente se si hanno le conoscenze di base di chimica organica e di chimica industriale.

### **Programma**

- Generalità sulle macromolecole. [10 ore]  
Classificazione, strutture, proprietà, settori applicativi. Pesì molecolari medi dalle proprietà di soluzioni polimeriche. Tecniche strumentali per la misura della distribuzione dei pesì molecolari.
- Polimeri da poliaddizione radicalica. [12 ore]  
Monomeri, iniziatori, modelli di reazione, cinetica, controllo del peso molecolare. Modalità di processi industriali in massa, in soluzione, in sospensione e in emulsione.
- Polimeri da polimerizzazione a stadi. [6 ore]  
Monomeri, catalizzatori, variabili di processo e grado di polimerizzazione, distribuzione dei pesì molecolari. Produzione industriale di poliammidi e poliesteri.
- Polimeri da poliaddizione ionica. [4 ore]  
Iniziatori ionici. Caratteristiche dei processi a propagazione cationica e anionica. Polimerizzazione stereospecifica.
- Produzione di commodities polimeriche. [6 ore]  
Polietilene a alta e bassa densità, polipropilene, polistirene, polivinil cloruro.
- Polimeri da copolimerizzazione. [4 ore]  
Modelli di copolimerizzazione. Composizione del polimero e reattività dei monomeri. Rapporti di reattività e loro valutazione. Copolimeri di interesse industriale.
- Produzione di materiali elastomerici. [2 ore]  
Monomeri. Tecnologie di polimerizzazione e di vulcanizzazione.
- Resine termoindurenti. [6 ore]  
Poliestere insature, epossidiche, fenoliche, amminiche, poliuretaniche. Applicazioni e tecnologie di produzione.
- Proprietà dei polimeri. [6 ore]  
Reologia delle soluzioni e dei fusi polimerici. Comportamento elastico e viscoso.

Viscoelasticità. Densità di energia coesiva. Proprietà meccaniche dei polimeri in massa. Influenza della temperatura sulle proprietà. Degradazione. Invecchiamento. Miscele polimeriche.

- Caratterizzazione dei polimeri. [4 ore]

Principali tecniche strumentali per la caratterizzazione chimica e fisica dei polimeri.

- Tecnologie di trasformazione dei termoplasti. [6 ore]

Additivi e tecniche di miscelazione. Estrusione. Tecniche di stampaggio. Tecniche di filatura. Influenza della lavorazione sulle proprietà.

- Materiali compositi a matrice polimerica. [4 ore]

Matrici e fibre per compositi. Cenni di micromeccanica dei compositi. Tecnologie di produzione.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Gli studenti, divisi in gruppi, partecipano a sperimentazioni che hanno per oggetto reazioni di polimerizzazione, caratterizzazione chimica dei polimeri e prove sul comportamento meccanico di alcune classi di materiali polimerici utilizzando sia apparecchiature di uso didattico che apparecchiature dedicate alla ricerca.

Visita a stabilimenti produttivi che effettuano produzione o trasformazione di materiali plastici.

### **Bibliografia**

AIM, Macromolecole: scienza e tecnologia. Vol. 1, Pacini, Pisa, 1992.

Appunti delle lezioni forniti dal docente.

### **Programma**

Il corso di laurea in Ingegneria Chimica, Industriale, ha come obiettivo principale la preparazione di laureati capaci di progettare, sviluppare e gestire processi produttivi e di ricerca in campo chimico e petrolchimico. Il corso è articolato in quattro anni di studio, con un totale di 120 crediti universitari. Il primo anno è dedicato alle basi scientifiche e tecniche, mentre gli anni successivi sono dedicati alle discipline specifiche del corso. Il corso prevede una serie di attività didattiche, tra cui lezioni, esercitazioni, laboratori, tirocinio e tesi di laurea. Le materie di studio sono: Chimica Generale, Chimica Organica, Chimica Inorganica, Fisico-Chimica, Meccanica, Elettrotecnica, Macchine, Fondamenti di Progettazione, Fondamenti di Processi Chimici, Fondamenti di Processi di Trasformazione, Fondamenti di Processi di Separazione, Fondamenti di Processi di Controllo, Fondamenti di Processi di Ottimizzazione, Fondamenti di Processi di Simulazione, Fondamenti di Processi di Modellazione, Fondamenti di Processi di Diagnostica, Fondamenti di Processi di Manutenzione, Fondamenti di Processi di Sicurezza, Fondamenti di Processi di Qualità, Fondamenti di Processi di Ambiente, Fondamenti di Processi di Innovazione, Fondamenti di Processi di Ricerca e Sviluppo, Fondamenti di Processi di Marketing, Fondamenti di Processi di Gestione, Fondamenti di Processi di Organizzazione, Fondamenti di Processi di Comunicazione, Fondamenti di Processi di Relazioni Pubbliche, Fondamenti di Processi di Negoziazione, Fondamenti di Processi di Mediazione, Fondamenti di Processi di Arbitrato, Fondamenti di Processi di Conciliazione, Fondamenti di Processi di Mediazione, Fondamenti di Processi di Arbitrato, Fondamenti di Processi di Conciliazione.

## C4070 PROCESSI ELETTROCHIMICI

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Nerino PENAZZI

---

### **Presentazione del corso**

Scopo del corso è quello di fornire le conoscenze di base dell'industria elettrochimica mediante l'esame di alcuni processi fondamentali. Vengono anche fornite alcune notizie sugli impianti in relazione a problematiche tipiche dell'ingegneria elettrochimica.

### **Prerequisiti**

Il corso presuppone la conoscenza dei principi di ingegneria chimica e dell'elettrochimica.

### **Programma**

- L'impianto elettrochimico. [6 ore]

Aspetti tecnici del processo elettrochimico industriale, aspetti economici del dimensionamento del circuito di elettrolisi, la conversione dell'energia elettrica.

- La cella e il circuito di elettrolisi. [10 ore]

Le parti costitutive, elettrodi unipolari e bipolari, la struttura degli elettrodi, sistemi tipici di collegamento, i diaframmi porosi, materiali elettrodi.

- L'elettrolisi dell'acqua. [12 ore]

La scelta dell'elettrolita, la tensione di elettrolisi, la purezza dei gas, il bilancio termico, apparecchi bipolari, l'elettrolisi sotto pressione.

- L'elettrolisi dei cloruri alcalini. [16 ore]

Il processo a diaframma, controcorrente, la concentrazione di soda nell'effluente catodico, il rendimento faradico, il comportamento del diaframma, modelli industriali tipici, il processo a mercurio, influenza delle impurezze, il processo di decomposizione dell'amalgama, ciclo della salamoia, il processo a membrana, altri processi elettrolitici dei cloruri in soluzione acquosa (ipocloriti, clorati, perclorati).

- Processi idrometallurgici. [12 ore]

Aspetti fondamentali, idrometallurgia del rame, raffinazione ed estrazione elettrolitica, idrometallurgia del nichel e del cobalto, idrometallurgia dello zinco, effetto delle impurezze, idrometallurgia del cadmio.

- Processi elettrolitici in sale fuso. [6 ore]

Aspetti fondamentali, produzione e raffinazione elettrolitica dell'alluminio, sistema catodico e sistema anodico, reazioni primarie, reazioni secondarie, composizione e temperatura del bagno, la tensione di elettrolisi, nebbie catodiche ed effetto anodico.

- Galvanotecnica. [4 ore]

Galvanostegia, galvanoplastica, circuiti stampati, elettroformazione, lavorazione elettrochimica dei metalli.

- Generatori elettrochimici. [6 ore]

Pile Leclanché, pile alcaline, pile a ossido, accumulatori al piombo, accumulatori nichel/cadmio, pile a combustibile.

### **Bibliografia**

P. Gallone, Trattato di ingegneria elettrochimica, Tamburini, Milano, 1973.

## C4080 PROCESSI INDUSTRIALI DELLA CHIMICA FINE

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Franco FERRERO

---

### Presentazione del corso

Il corso sviluppa argomenti specialistici della chimica industriale organica. Data la vastità ed eterogeneità dei processi della chimica fine, gli argomenti scelti sono stati raggruppati in tre tematiche di base: processi di filatura chimica, processi interfase, chimica del colore e fotochimica. Si intende così evitare una eccessiva frammentazione degli argomenti e una trattazione prevalentemente descrittiva. Gli aspetti applicativi si concretizzano nelle esercitazioni di laboratorio, in cui gli allievi in piccoli gruppi hanno la possibilità di venire a conoscenza di metodiche strumentali utilizzate nel controllo analitico di alcuni processi e prodotti speciali.

Il corso consta di 64 ore circa di lezione in aula e di 14 ore di esercitazioni di laboratorio (6 ore settimanali complessive).

### Prerequisiti

È necessaria la conoscenza degli argomenti trattati in: Chimica, Chimica II, Chimica Industriale I.

### Programma

#### - Processi di filatura chimica

Fibre chimiche: terminologia e classificazione; polimeri fibrosi: struttura organochimica, macromolecolare e supermolecolare; modelli strutturali, relazioni struttura-proprietà; proprietà morfologiche, meccaniche e fisiche in genere; proprietà chimiche: assorbimento di acqua, rigonfiamento, tingibilità, resistenza ad agenti chimici, alla fotodegradazione; comportamento termico: transizioni 1° e 2° ordine, relazioni con la struttura; metodi di analisi termica e applicazioni alle fibre; reazione al fuoco: autoestinguenza e ignifugazione. [12 ore]

Principi della filatura chimica: filabilità, filiere, processi da fuso, a secco, ad umido.

Fibre artificiali: cellulosa, processo viscosa e fibre modali, filo cupro, acetato e triacetato.

Fibre sintetiche: monomeri, polimerizzazione, filatura di: poliammidi, poliestere, acriliche, cloroviniliche, poliolefiniche, fibre elastomeriche.

Fibre tecniche, tessuti non-tessuti, geotessili. [12 ore]

#### - Processi Interfase

Esempi: processi di nobilitazione tessile e funzione degli ausiliari. Tensione superficiale e lavoro di adesione; proprietà dei tensioattivi: potere imbibente, idrorepellenza, potere detergente, schiume; comportamento dei tensioattivi in soluzione acquosa: potere emulsionante, HLB, c.m.c.; classificazione e processi di produzione dei tensioattivi. Sbiancanti, detergenti e sequestranti. Sistemi colloidali e loro applicazione a processi industriali: flocculazione, polielettroliti e polimeri per il trattamento delle acque; processi di scambio ionico; catalisi in trasferimento di fase. [16 ore]

#### - Chimica del colore e processi fotochimici

Principi della colorimetria industriale: illuminanti standard, meccanismo della percezione visiva dei colori, colorimetria di trasmissione, classificazione dei colori, sistema tristimolo, spazi di colore, metameria, colorimetria di riflessione, spettrofotometri, applicazioni. [6 ore]

Coloranti: relazioni tra colore e struttura, proprietà applicative, solidità delle tinture, classificazione tintoriale e chimica, fluorescenza e candeggianti ottici; principi della tecnologia della tintura e chimica-fisica dei processi tintoriali: fenomeni diffusivi, fattore idrodinamico, cinetica e termodinamica; principali processi tintoriali. [10 ore]  
Processi fotografici e di fotorigenerazione; principi della stampa grafica e tessile; processi fotochimici. [8 ore]

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Analisi termica di materiali polimerici. [3 ore]  
Spettrofotometria FT-IR di materiali polimerici. [2 ore]  
Gascromatografia di solventi e monomeri. [3 ore]  
Misura della tensione superficiale e della c.m.c. di tensioattivi con la bilancia di Cahn. [2 ore]  
Flocculazione di sospensioni. [2 ore]  
Colorimetria di trasmissione e spettrofotometria UV-VIS di coloranti. [2 ore]

### **Bibliografia**

Dispense monografiche a cura del docente.  
Testi ausiliari:  
H. Zollinger, Color chemistry, VCH, 1992.

### **Esame**

L'esame consiste in una prova orale, nel corso della quale possono venire discussi anche i risultati delle esperienze di laboratorio presentati in forma di relazioni scritte.

# C4082 PROCESSI INDUSTRIALI DELLA CHIMICA FINE II (INDUSTRIA CARTARIA)

Periodo: 1  
Crediti: 10  
Precedenze obbligatorie: -  
Docente: da nominare

---

PROGRAMMA NON Pervenuto.

Esame

Programmi

Il corso di studi in Chimica Industriale è articolato in due parti: la prima, di tipo teorico, è dedicata allo studio delle basi scientifiche della chimica industriale, mentre la seconda, di tipo pratico, è dedicata allo studio delle tecniche di controllo e di gestione dei processi industriali.

Il corso di studi in Chimica Industriale è articolato in due parti: la prima, di tipo teorico, è dedicata allo studio delle basi scientifiche della chimica industriale, mentre la seconda, di tipo pratico, è dedicata allo studio delle tecniche di controllo e di gestione dei processi industriali.

Il corso di studi in Chimica Industriale è articolato in due parti: la prima, di tipo teorico, è dedicata allo studio delle basi scientifiche della chimica industriale, mentre la seconda, di tipo pratico, è dedicata allo studio delle tecniche di controllo e di gestione dei processi industriali.

Il corso di studi in Chimica Industriale è articolato in due parti: la prima, di tipo teorico, è dedicata allo studio delle basi scientifiche della chimica industriale, mentre la seconda, di tipo pratico, è dedicata allo studio delle tecniche di controllo e di gestione dei processi industriali.

Il corso di studi in Chimica Industriale è articolato in due parti: la prima, di tipo teorico, è dedicata allo studio delle basi scientifiche della chimica industriale, mentre la seconda, di tipo pratico, è dedicata allo studio delle tecniche di controllo e di gestione dei processi industriali.

Il corso di studi in Chimica Industriale è articolato in due parti: la prima, di tipo teorico, è dedicata allo studio delle basi scientifiche della chimica industriale, mentre la seconda, di tipo pratico, è dedicata allo studio delle tecniche di controllo e di gestione dei processi industriali.

## **C4170    PROGETTAZIONE DI APPARECCHIATURE DELL'INDUSTRIA CHIMICA**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	Giorgio ROVERO

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di illustrare lo sviluppo di un progetto per la realizzazione di un processo chimico, a partire dall'idea iniziale alla emissione degli elaborati e dei documenti tipici delle varie fasi intermedie e finali. La suddivisione delle varie funzioni di management è illustrata al fine di giustificare la distribuzione dei compiti delle figure professionali. Sono valutate, in successione, le fasi che precisano e sviluppano progressivamente la definizione del progetto fino all'ingegneria di dettaglio ed ancora, come appendice, il preavviamento e la messa in marcia dell'impianto. Cenni di operabilità e di sicurezza vengono sviluppati come verifica e messa a punto dei sistemi di controllo installati sulle singole apparecchiature interconnesse nella realizzazione del processo chimico.

### **Prerequisiti**

Oltre agli insegnamenti di base, si intendono propedeutiche le nozioni impartite di Impianti chimici 1 e 2.

### **Programma**

- Organizzazione di un progetto. [4 ore]

Vengono definiti i compiti delle varie figure professionali coinvolte nella gestione di un progetto.

- Obiettivi di un progetto. [6 ore]

Vengono stabiliti i prodotti del lavoro di ingegneria che deve essere intrapreso a partire dalle informazioni iniziali, valutate criticamente, all'emissione degli elaborati.

- Progettazione concettuale. [20 ore]

In questa fase vengono decise le operazioni unitarie e la loro sequenza utili al raggiungimento degli obiettivi del processo chimico: a partire da schemi a blocchi semplificati si giunge ad una definizione finale che sarà presa in considerazione per le elaborazioni progettuali successive.

- Progettazione di base. [40 ore]

Le varie operazioni unitarie vengono descritte in dettaglio mediante bilanci di materia, energia e quantità di moto. Particolari condizioni fluidodinamiche sono oggetto di valutazione specifica del caso esaminato.

- Circolazione di dati.

Ogni fase del progetto è interconnessa con le altre ed è resa compatibile in modo da costituire un progetto coerente in tutti i suoi aspetti quantitativi (fase distribuita nelle varie approssimazioni successive).

- Sviluppo dello schema di controllo. [20 ore]

La funzionalità e la possibilità di regolazione dell'impianto sono analizzate; per ogni apparecchiatura si stabiliscono gli obiettivi di controllo, si individuano le variabili manipolabili ed una configurazione ottimale.

...ID del processo. [20 ore]  
ematizzazione delle apparecchiature, la loro interconnessione fisica e i  
o sono rappresentati in uno schema funzionale, secondo le normative  
ncipali società di ingegneria chimica, al fine di dare una rappresenta-  
processo e delle sue modalità di conduzione.

**affia** Guida alla progettazione degli impianti petrolchimici e di raffinazione,  
1975.  
getti, Barrow, Project engineering of process plants, Univ. of Texas & Foster  
ilano,  
e, M.I. ti organizzativi di un progetto: procedura operativa, Ars Ing., 1992.  
Co. della realizzazione degli impianti chimici, 1990.  
A. Asp. t control manual, 1985.  
ni, Fa. al engineering. Vol. 6, 2nd ed., Elsevier.  
Proje. Conceptual design of chemical processes, McGraw-Hill, Singapore,  
Chem.  
nglas, Arena, Progettazione di un inceneritore a letto fluido circolante, SMIC  
o, U. orino, 1993.  
co di arresi, Progettazione di un inceneritore catalitico per effluenti gassosi  
o, A. ro di vinile, SMIC Politecnico di Torino, 1994.  
ti clor

...sentano una relazione monografica coordinata nei vari argomenti trat-  
del corso, successivamente alla correzione e revisione degli elaborati,  
sentano il loro lavoro di progetto pubblicamente in forma seminariale, a  
alutazione complessiva.

## C4450 REATTORI CHIMICI

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	Italo MAZZARINO

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di approfondire lo studio dei reattori chimici fornendo agli allievi le conoscenze indispensabili per il progetto e l'esercizio di tali apparecchiature. Lo studio è condotto attraverso una analisi teorica del comportamento dei reattori chimici abbinate ad un esame dei problemi di carattere pratico connessi all'impiego di tali apparecchiature nei processi industriali.

### **Prerequisiti**

La conoscenza dei fondamenti teorici dei fenomeni di trasporto e della cinetica chimica applicata trattati nei corsi di Fenomeni di Trasporto e Principi di ingegneria chimica è di fondamentale importanza per la comprensione degli argomenti trattati nel corso.

### **Programma**

Reattori sperimentali per lo studio di processi chimici (4 ore)

Reazioni catalitiche eterogenee (6 ore):

chemiadsorbimento su superfici catalitiche, cinetica dei fenomeni elementari di una reazione catalitica, espressione cinetica generalizzata, modelli cinetici semplificati, identificazione dei parametri cinetici.

Fluidodinamica dei reattori chimici (6 ore):

dispersione in fluidi in moto attraverso letti di particelle solide; hold-up dinamico e statico; modelli fluidodinamici PD e PDE, valutazione dei parametri dei modelli mediante prove dinamiche con sostanze traccianti.

Reattori chimici polifasici (12 ore):

reattori chimici gas-solido, gas-liquido e gas-liquido-solido; modelli pseudo-omogenei ed eterogenei per reattori continui gas-solido con letto solido fisso; modelli per reattori gas-liquido-solido con fase solida dispersa (slurry) e con letto solido fisso (trickle-bed, packed bubble columns), reattori con letto solido fluidizzato, reattori polifasici con solido fisso a struttura regolare (monoliti a nido d'ape e strutture open cross-flow), modellazione di sistemi fluido-solido con fase solida reattiva (reazioni fluido-solido non catalitiche).

Dinamica dei reattori chimici (6 ore):

molteplicità di stati stazionari e fenomeni di isteresi termica in reattori ed in singole particelle catalitiche, stabilità statica e dinamica, regimi periodici forzati, disattivazione dei catalizzatori.

Reattori chimici per processi di polimerizzazione (2 ore):

cinetica delle reazioni di polimerizzazione, reattori continui e discontinui per reazioni di polimerizzazione in fase fluida, reattori per processi chimici su polimeri allo stato solido.

Sicurezza dei reattori chimici (8 ore):

sicurezza termica dei processi chimici, reazioni secondarie in condizioni non controllate (runaway reactions), calorimetria differenziale, misure preventive e protettive, gestione di processi discontinui.

Reattori chimici per applicazioni ambientali (8 ore):  
reattori per processi di combustione catalitica di composti organici volatili, depurazione di effluenti liquidi mediante ossidazione catalitica e fotocatalitica, processi catalitici per il trattamento di acque destinate al consumo umano.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni in aula consistono in esercizi di calcolo relativi ad argomenti trattati nel corso e nella elaborazione ed interpretazione dei dati ottenuti nelle prove di laboratorio.

Le esercitazioni di laboratorio riguardano lo studio sperimentale di un processo di ossidazione catalitica eterogenea di composti organici. Sono previste due esercitazioni della durata di 4 ore ciascuna: nella prima si procede alla valutazione della cinetica della reazione; nella seconda il processo di ossidazione è condotto in un reattore continuo con letto catalitico fisso.

### **Bibliografia**

Non è previsto un testo di riferimento in quanto gli argomenti trattati nel corso sono riportati su diversi testi il cui costo complessivo è ritenuto eccessivo. Il docente provvederà alla distribuzione di appunti ed altro materiale di supporto didattico.

Testi ausiliari:

K.R. Westerterp [et al.], Chemical reactors design and operation.

G.F. Fromant, K.B. Bishoff, Chemical reactors analysis and design.

P.A. Ramachandran, R.V. Chaudhari, Three-phase catalytic reactors.

Y. Shah, Gas-liquid-solid chemical reactors.

### **Esame**

È prevista una sola prova orale d'esame. Eventuali lavori di approfondimento su argomenti trattati nel corso ed elaborati nei corso delle esercitazioni eventualmente presentati dagli esaminandi contribuiranno alla valutazione complessiva.

## **C4500 REOLOGIA DEI SISTEMI OMOGENEI ED ETEROGENEI**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare (referente: Marco VANNI)

---

### **Presentazione del corso**

I fluidi non-Newtoniani hanno notevoli applicazioni nella industria di processo in quanto includono polimeri fusi, slurry, inchiostri, vernici e paste alimentari. Il corso si propone di fornire all'allievo ingegnere i concetti fondamentali relativi al comportamento di tali fluidi. Esso si articola in tre parti: nella prima si investiga la struttura delle equazioni costitutive che rimpiazzano la legge di Newton. Quindi viene trattata la reometria, ovvero la caratterizzazione sperimentale delle proprietà reologiche. Infine si analizzano le relazioni fra proprietà reologiche e caratteristiche fisiche di fluidi particolari (polimeri e dispersioni colloidali).

### **Prerequisiti**

Fenomeni di Trasporto, Principi di Ingegneria Chimica, Analisi Matematica I e II.

### **Programma**

Introduzione alla reologia [2 ore]: Obiettivi dello studio reologico. Principali comportamenti non-newtoniani in moto di taglio.

Meccanica del continuo e reologia [10 ore]: Riesame della meccanica del continuo: sforzo, moto e deformazione, conservazione della massa, del momento e dell'energia. Regole generali delle equazioni costitutive. Equazioni costitutive classiche: fluido non viscoso, fluido viscoso lineare, corpo elastico lineare, corpo viscoelastico lineare. Numero di Deborah.

Effetti non-Newtoniani [12 ore]: flusso in tubi di fluidi non-newtoniani in condizioni stazionarie e non. Classificazione dei tipi di comportamento non-newtoniano. Tipi di comportamento shear dipendente: pseudoplasticità, plasticità, dilatanza. Tipi di comportamento tempodipendente reversibile: tissotropia, antitissotropia, viscoelasticità;. Comportamenti shear e tempo-dipendenti irreversibili. Analisi di flussi di taglio e elongazionali. Equazioni costitutive. Applicazioni alla risoluzione di problemi di flusso in condizioni stazionarie. Calcolo delle perdite di carico nel flusso in tubi.

Reometria [6 ore]: Definizione degli obiettivi dell'indagine reometrica. Classificazione degli strumenti di misura, principi di funzionamento, possibilità e limiti di impiego. Procedure reometriche in condizioni di moto continuo e di moto oscillatorio. Trattamento dei dati sperimentali.

Comportamento reologico di sistemi polimerici [8 ore]: soluzioni diluite, soluzioni concentrate, fusi, gel e cristalli liquidi. Configurazioni macromolecolari e interazioni polimero-polimero e polimero-solvente. Approcci molecolari alla reologia di sistemi polimerici: analisi dei principali modelli della teoria cinetica.

Comportamento reologico di sistemi dispersi [8 ore]: emulsioni, sospensioni in mezzi newtoniani e non. Analisi della dipendenza delle proprietà reologiche dai principali fattori compositivi. Approcci alla definizione di modelli microreologici.

Applicazioni [6 ore]: Applicazioni dell'indagine reometrica e dello studio reologico alla risoluzione di problemi di processo e nella formulazione di semilavorati e di prodotti finali di processo. Problematiche reologiche nei settori industriali dei polimeri, dei prodotti vernicianti, degli impasti ceramici, dei prodotti alimentari e cosmetici.

### Laboratori e/o esercitazioni

Esercitazioni di calcolo in aula sui principali aspetti del corso.

### Bibliografia

H.A. Barnes, J.F. Hutton, K. Walters, An Introduction to Rheology, Elsevier, 1989.  
R.I. Tanner, Engineering Rheology, Oxford Engineering Science Series, 1985.

### Esame

L'esame consiste in una prova scritta e nella discussione di una relazione relativa alle esercitazioni.

## **C4600 SCIENZA DELLE COSTRUZIONI**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Franco ALGOSTINO (coll.: Giorgio FARAGGIANA)</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso pone le basi per lo studio del corpo deformabile.

Imposta il problema del corpo elastico e presenta la soluzione del problema di Saint Venant. Vengono studiate principalmente strutture monodimensionali (travi e sistemi di travi. Si imposta il problema dell'instabilità e della non linearità, con trattazione della teoria di Eulero.

Oltre all'impostazione teorica ed analitica dei problemi strutturali, particolare riguardo viene dato alle soluzioni ottenute mediante procedimenti numerici.

### **Prerequisiti**

Statica nel piano e nello spazio, geometria delle aree, analisi matematica, calcolo numerico.

### **Programma**

- Richiami di statica e geometria delle aree. [4 ore]

- Analisi dello stato di deformazione. [4 ore]

Deduzione delle componenti del tensore di deformazione in un riferimento cartesiano ortogonale, deformazioni principali, equazioni di congruenza.

- Analisi dello stato di tensione. [6 ore]

Equazioni indefinite di equilibrio, componenti del tensore di tensione in diverse direzioni, cerchi di Mohor, tensioni principali.

- Equazione dei lavori virtuali. [6 ore]

Applicazione al corpo deformabile.

- Leggi costitutive del materiale. [4 ore]

Il corpo elastico, la legge di Hooke, il corpo isotropo, tensioni ideali e limiti di resistenza.

- Teoremi energetici. [4 ore]

Lavoro di deformazione, condizioni di minimo.

- Il Solido di Saint Venant. [10 ore]

Definizione e impostazione generale del problema. Flessione deviata. Taglio: teoria approssimata. Torsione: sezione circolare, sezione cava e sezione sottile aperta.

- Travi e travature. [8 ore]

Travature piane caricate nel loro piano e trasversalmente. Travature spaziali. Calcolo delle sollecitazioni degli spostamenti in travature isostatiche ed iperstatiche.

- Fenomeni di instabilità. [4 ore]

l'asta caricata di punta, teoria di Eulero. L'asta oltre il limite elastico. Fenomeni del secondo ordine.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni verteranno su:

- Equilibrio di sistemi di forze. [2 ore]
- Geometria delle aree. [2 ore]
- Vincoli nel piano e nello spazio. [2 ore]
- Travature reticolari piane. [4 ore]
- Travature piane isostatiche grado di vincolo, reazioni vincolari, diagrammi delle caratteristiche di sollecitazione, calcolo di spostamenti. [10 ore]
- Travature piane iperstatiche. [10 ore]
- Lenea elastica di travi diritte. [4 ore]
- Flessione deviata: determinazione dell'asse neutro e delle tensioni. [4 ore]
- Taglio: determinazione del centro di taglio. [4 ore]
- Torsione: determinazione delle tensioni e della deformazione per sezione chiusa e aperta. [4 ore]
- Instabilità: l'asta caricata di punta con diverse condizioni di vincolo in regime elastico e plastico. [4 ore]

L'attività di laboratorio riguarderà:

- Misura degli spostamenti in una trave. [1 ora]
- Visita del laboratorio del dipartimento di Ingegneria strutturale. [1 ora]

## **Bibliografia**

- F. ALGOSTINO G. FARAGGIANNA A. SASSI, Scienza delle costruzioni Vol.1° e 2°, UTET.  
F. ALGOSTINO G. FARAGGIANNA, Scienza delle costruzioni esercizi (in preparazione).

## **Esame**

L'esame è articolato in una prova scritta e una prova orale.

A metà semestre viene effettuata una prova scritta che esonera dallo scritto d'esame.

## C4630 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI CERAMICI

Periodo:	1
Crediti:	30
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Ignazio AMATO

---

### **Presentazione**

Il corso si prefigge di fornire una ampia panoramica sulla scienza e tecnologia dei materiali ceramici per applicazioni ingegneristiche, come rispecchia la sua organizzazione in tre moduli didattici: la scienza dei materiali ceramici, volta allo studio teorico della loro struttura e del comportamento, soprattutto meccanico; la tecnologia dei materiali ceramici, incentrata sui processi di produzione e trasformazione; le caratteristiche dei principali materiali ceramici di interesse ingegneristico.

### **Prerequisiti**

È necessaria la conoscenza degli argomenti trattati nel corso di Chimica e Scienza dei Materiali.

### **Programma**

Introduzione e classificazione dei ceramici. Applicazioni, potenzialità e mercato. (4 ore)  
SCIENZA DEI MATERIALI CERAMICI

Ordine cristallino, proprietà dei cristalli, strutture cristalline. Solidi policristallini. Microstruttura, ceramografia. I legami nei solidi, solidi ionici, covalenti, metallici e misti. Comportamento superficiale dei solidi: energia superficiale, bagnabilità, capillarità, assorbimento, superficie dei solidi. Le proprietà dei ceramici: solidi duttili e solidi fragili. Meccanica della frattura: tenacità e fatica. Resilienza e durezza. Comportamento termomeccanico. Correlazione tra proprietà e microstruttura. La densificazione dei ceramici: i difetti nei solidi (di punto, di linea, di superficie) e la diffusione. Sinterizzazione: generalità e meccanismi, stadi del processo, evoluzione della porosità. Sinterizzazione multifase e multicomponenti. La pressatura a caldo.

#### TECNOLOGIA DEI MATERIALI CERAMICI

Polveri ceramiche: specifiche e caratteristiche. Processi di fabbricazione industriali e speciali (sol-gel). Additivi di processo e meccanismi d'azione. Meccanica delle particelle e reologia. Preparazione delle polveri preventiva alla formatura (trasporto, macinazione, mescolamento, lavaggio). Granulazione e formatura a secco. Formatura a plastico. Estrusione. Colaggio. Essiccamento. Finitura. Rivestimenti. Cottura.

#### CERAMICI INGEGNERISTICI

Confronto tra le caratteristiche delle varie classi di ceramici. Ceramici a base ossido. Vetro, fibre di vetro e vetroceramici. Ceramici a base carburi. Diamante policristallino. Ceramici a base nitruuri, boruri e siliciuri. Cermet ed utensili da taglio. Rinforzi ceramici (fibre, whiskers). Nanocompositi.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

#### SCIENZA DEI MATERIALI CERAMICI

Analisi strutturale e microstrutturale. Determinazione di proprietà meccaniche con applicazione della statistica di Weibull.

## TECNOLOGIA DEI MATERIALI CERAMICI

Caratterizzazioni delle polveri ceramiche: granulometria, superficie specifica. Porosità di polveri e sinterizzati. Valutazione della densità. Analisi termiche e dilatometriche.

## CERAMICI INGEGNERISTICI

Criteri di scelta dei materiali ceramici per applicazioni ingegneristiche.

## Bibliografia

I. Amato, L. Montanaro, *Lezioni dal corso: Vol. I, La scienza dei materiali ceramici*, Cortina ed. 1996; *Vol. II, La tecnologia dei materiali ceramici*, Cortina ed., 1997; *Vol. III, I materiali ceramici* (in stampa).

J.S. Reed, *Introduction to principles of ceramic processing*, Pergamon press ed., 1995.

I. Amato e L. Montanaro: *Monografie varie*.

## Esame

Orale su tutto il programma oppure esonero facoltativo in corso d'anno del primo modulo di Scienza dei materiali ceramici e del secondo modulo di Tecnologia dei materiali ceramici ed infine esame orale sul terzo modulo sui Ceramici ingegneristici.

## **E4640    SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI COMPOSITI**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Francesco MARINO</b>

---

### **Presentazione del corso**

I materiali compositi sono caratterizzati dal possedere proprietà meccaniche, fisiche, chimiche' modulabili in funzione delle esigenze primarie della struttura complessiva, offrendo così all'ingegnere diversificate soluzioni progettuali. Il corso propone principi fondamentali, criteri progettuali, tecnologie di processo, proprietà micro e macroscopiche per questa innovativa classe di materiali.

### **Prerequisiti**

Scienza e Tecnologia dei Materiali Metallici, Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici, Scienza e Tecnologia dei Materiali Polimerici I.

### **Programma**

#### **TECNOLOGIA DEI MATERIALI COMPOSITI**

- Generalità e peculiarità dei materiali compositi
- Generalità, tecnologie produttive, settori di utilizzo e proprietà fisiche, chimiche e meccaniche di:
  - fibre naturali e sintetiche organiche e inorganiche
  - particelle, whiskers e fibre corte
  - compositi a matrice metallica
  - compositi a matrice ceramica
  - compositi a matrice polimerica
  - compositi in situ
  - compositi con intermetallici
- Interfacce: classificazione, descrizione e loro ruolo nel determinare le proprietà dei materiali compositi
- "Joining" e controlli non distruttivi

#### **SCIENZA E INGEGNERIA DEI MATERIALI COMPOSITI**

- Metodi sperimentali di misura della resistenza meccanica all'interfaccia
- Comportamento meccanico delle varie classi di materiali compositi: trazione, flessione, compressione, creep, fatica termica e meccanica, impatto.
- Interazione materiale-ambiente e sue ricadute sul comportamento chimico e meccanico.
- Sforzi, deformazioni e matrici di rigidezza, cedevolezza e di trasformazione. Materiali isotropi e ortotropi, caso della lamina piana, sforzi e deformazioni principali, criteri a rottura (Von Mises, Halpin), compositi unidirezionali, sollecitazioni non assiali, lamina ruotata.
- Laminati: valutazione della rigidità
- Modelli micromeccanici per la resistenza e la rigidità longitudinale e trasversale.
- Compositi a fibre corte: distribuzione di sforzi sulle fibre, lunghezza critica, rigidità resistenza

- Meccanismi di frattura e di tenacizzazione: energia, stress locali, fenomeni all'apice della cricca, curvatura e deflessione della cricca, scollamento, estrazione, "bridging-zone".
- Tenacizzazione per microdifetti, trasformazioni di fase.
- Trattazione di casi importanti di progettazione e utilizzo

### **Laboratori e/o esercitazioni**

- Calcolo matriciale per la valutazione degli sforzi e deformazioni anche per sollecitazioni fuori dalle direzioni principali
- Applicazione dei criteri a rottura
- Calcolo matriciale sui laminati
- Prove meccaniche su manufatti e/o provette di vari materiali compositi

### **Bibliografia**

- F.L. Matthews, R.D. Rawlings: 'Composite Materials: Engineering and Science' ed. Chapman & hall
- R. Naslain: 'Introduction aux materiaux composites', 3 volumi. Editions du C.N.R.S. 1985
- P.X. Mallick, S. Newman: 'Composite materials technology: processes and properties' ed. Hauser, Munich 1990

### **Esame**

Solo orale con eventualmente impostazione di un esercizio del tipo trattato nelle esercitazioni.

Nell'ambito del corso lo studente potrà approfondire un argomento a sua scelta attraverso l'elaborazione di una monografia che verrà esposta in sede di esame.

## **RA210 SICUREZZA DEL LAVORO E DIFESA AMBIENTALE**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Mario PATRUCCO</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso tratta i problemi di analisi e costruzione della sicurezza del lavoro in ambienti industriali e nella cantieristica civile per quanto concerne le metodiche operative e le attrezzature utilizzate, e della protezione dell'ambiente esterno da immissione di inquinanti. Vengono analizzati -dal punto di vista tecnico e con riferimento alle normative- gli aspetti di identificazione dei pericoli ed analisi di rischio in ambiente di lavoro, prevenzione infortuni, valutazione e miglioramento delle condizioni igienico ambientali ai posti di lavoro, ed i problemi di rilevamento e controllo di immissioni ed emissioni.

### **Programma**

- La sicurezza del lavoro: definizione del problema con specifico riferimento alle unità estrattive ed ai cantieri di scavo [5 ore]
- Criteri di identificazione dei pericoli adottabili nella cantieristica in esame. [4 ore]
- Aspetti normativi in materia di sicurezza del lavoro e qualità ambientale: analisi e criteri di corretta applicazione dei supporti normativi nazionali, delle direttive comunitarie e delle principali norme e raccomandazioni straniere relative al comparto. Organismi di controllo. [6 ore]
- Infortuni sul lavoro: dati relativi al comparto. [3 ore]
- Problemi di igiene ambientale: aspetti particolari della questione per le unità estrattive ed ai cantieri di scavo; rischio di danno o disturbo verso l'esterno: Principi di rilevamento e riduzione di inquinanti in ambiente di lavoro (microclima, rumore, vibrazioni, polveri e gas, cenni ai rischi derivanti da radiazioni ionizzanti). [4 ore]
- Principi di rilevamento e riduzione di emissioni ed immissioni. [3 ore]

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Sono previste esercitazioni fuori sede presso unità produttive e cantieri, per una visione diretta delle soluzioni impiantistiche discusse.

### **Bibliografia**

Appunti del docente e testi reperibili presso la biblioteca Diget che saranno segnalati per le parti richiamate nelle lezioni.

## **C4780    SIDERURGIA**

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Aurelio BURDESE (coll.: Mario ROSSO)</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso ha lo scopo di affinare la preparazione dell'ingegnere in campo metallurgico, fornendo conoscenze specialistiche sulle leghe ferrose, con particolare riferimento ai processi ed impianti siderurgici, senza però trascurare un più approfondito studio delle proprietà strutturali, meccaniche e chimiche dei prodotti siderurgici e delle loro caratteristiche di impiego.

Per una buona preparazione nel campo specifico occorrono buone nozioni di base sulle metallurgia generale, la tecnologia dei materiali metallici (trattamenti termici e meccanici), e dei materiali refrattari, la teoria e la pratica dei fenomeni di combustione e di trasmissione del calore.

Il corso si svolgerà con lezioni, integrate da esami di schemi costruttivi di impianti ed apparecchiature specifiche con visite a stabilimenti siderurgici. Essendo un corso di tipo applicativo l'estensione degli argomenti potrà variare in modo significativo rispetto all'impegno previsto nel programma in dipendenza di opportuni aggiornamenti della tecnologia.

### **Prerequisiti**

Termodinamica dell'ingegneria chimica, Tecnologia dei materiali e chimica applicata, Metallurgia.

### **Programma**

- Chimica fisica dei processi siderurgici. [20 ore]

Equilibri omogenei ed eterogenei in sistemi di interesse siderurgico. Bagni metallici. Equilibri metallo ' scoria. Equilibri di riduzione degli ossidi. Termodinamica dei processi siderurgici.

- Teoria e pratica dei processi di riduzione. [30 ore]

Riducibilità degli ossidi. Sistemi costituiti da ossidi in progressiva riduzione. Equilibri di riduzione degli ossidi di ferro con riferimento all'effetto di ossidi estranei, in particolare dei componenti delle scorie siderurgiche. Riducenti. Riduzioni dirette e indirette. Combustibili. Preriscaldamento e ricupero di calore.

Classificazione e controllo di forni siderurgici.

- Ghisa. [10 ore]

Preparazione del minerale. Altoforno ed impianti ausiliari. Altoforno elettrico e forni per ferroleghe. Seconda fusione. Inoculazione e colata. Sferoidizzazione e malleabilizzazione. Ghise legate. Caratteristiche di impiego delle ghise.

- Acciaio. [10 ore]

Processi di preraffinazione ed affinazione. Disossidazione e colata. Fabbricazione di acciai speciali. Lavorazioni ed utilizzazione dell'acciaio. Trattamenti termici e caratteristiche strutturali e di impiego degli acciai. Comportamento in opera.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Esame di schemi costruttivi e dimensionamento di apparecchiature ed impianti siderurgici.[15 ore]

## **Bibliografia**

A. Burdese, Metallurgia e tecnologia dei materiali metallici, UTET, Torino, 1992.

W. Nicodemi, R. Zoja, Processi e impianti siderurgici, Tamburini, Milano.

G. Violi, Processi siderurgici, ETAS Compass, Milano.

## **Esame**

È previsto un solo accertamento finale tramite un colloquio orale. Il calendario viene stabilito in occasione di ogni appello in modo da favorire la massima flessibilità delle prove nel rispetto delle regole di Facoltà.

Periodo: 2

Crediti: 10

Precedenze obbligatorie: -

Docente: **Norberto PICCININI (coll.: Guido SASSI)**

### **Presentazione del corso**

Nel quadro dell'ampio significato dei termini "rischio" e "sicurezza", il corso intende fornire gli strumenti per individuare le pericolosità nelle varie attività e definire procedimenti, tecnici od organizzativi, per raggiungere obiettivi di sicurezza. Il corso intende inoltre trasferire le valutazioni dei rischi in processi decisionali per una corretta progettazione e per una attenta gestione dei rischi imprenditoriali od ambientali.

### **Prerequisiti**

Sarebbe opportuno che l'allievo avesse superato un insegnamento di impianti.

### **Programma**

- Incidenti e rischi nelle attività umane [10 ore]

Infortuni sul lavoro e malattie professionali. Evoluzione dei concetti di 'rischio' e 'sicurezza'. Scale e parametri per valutazioni di 'tollerabilità dei rischi'. Le valutazioni di impatto ambientale. Indagini su incidenti occorsi.

Metodi di studio dei rischi nelle attività antropiche (Impianti industriali e grandi opere infrastrutturali) [5 ore]. Metodi basati sul giudizio ingegneristico (indici di rischio, check list). Approccio storico a mezzo banche dati incidenti.

- Valutazione probabilistica dei rischi [26 ore]:

Metodi per l'individuazione delle pericolosità di origine interna agli impianti (Analisi di operabilità, Hazop, analisi dei guasti e loro effetti - FMEA).

Valutazione della risposta di un impianto al verificarsi di un guasto per mezzo di alberi logici e decisionali (diagramma delle sequenze incidentali, albero degli eventi, albero dei guasti, diagramma logico cause-conseguenze).

Stima della frequenza di eventi incidentali (risoluzione di alberi logici).

Analisi di sequenze incidentali di tipo dinamico.

- Principi e metodi dell'affidabilità tecnologica [14 ore]

Affidabilità di un componente, di sistemi operativi (in serie o in parallelo, a logica magioritaria), di sistemi in attesa di intervento. Banche dati affidabilità. Analisi di sistemi tramite catene di Markov.

- Valutazione degli errori umani [4 ore]

Cause e tipi di errore umano. Modelli e dati per la stima dell'affidabilità umana.

- Gestione del rischio [8 ore]

Fasi della gestione dei rischi. Sistemi di gestione della sicurezza (Safety audits, Environmental audits).

- Danni all'ambiente [8 ore]

Uso irrazionale delle risorse; cattiva gestione del suolo e dei reflui (solidi, liquidi e gassosi).

## **Laboratori e/o esercitazioni**

### —ESERCITAZIONI—

Le esercitazioni consistono nella preparazione di relazioni tecniche dai differenti contenuti. Gli argomenti trattati dovranno quindi essere presentati in modo schematico evitando la forma colloquiale.

Per la loro stesura si dovranno seguire i principi di massima contenuti nel volume "SAPER COMUNICARE - Cenni di Scrittura Tecnico Scientifica" pubblicato dall'Ateneo nel 1993. In particolare, in ogni relazione dovrà essere presente "L'indice" con l'adeguato livello di dettaglio. Questo deve contenere quanto meno lo "Scopo" e la "Bibliografia" e la lista dei "Simboli". Oltre agli aspetti sostanziali, anche quelli formali di presentazione devono essere curati.

Il primo giorno di lezione il docente fornirà dettagliate istruzioni sui contenuti ed i tempi di consegna delle seguenti esercitazioni:

1. Costituzione di un prototipo di Banca Dati Incidenti e Analisi di Pericolosità.
2. Applicazioni delle differenti metodologie di analisi dei rischi.
3. Elaborazione di una specifica per omologazione di un prototipo.
4. Analisi delle relazioni cause-effetti su un componente di macchina uscito di servizio.
5. Relazione dettagliata su un tema ambientale o di sicurezza di interesse dell'allievo.

### —LABORATORIO—

Saranno organizzate esperienze pratiche di esercitazioni antincendio da effettuarsi in un campo prove esterno al Politecnico.

## **Bibliografia**

Parte del materiale didattico sarà messo a disposizione durante il corso.

Norme per la prevenzione degli infortuni

N. Piccinini, Affidabilità e sicurezza nell'industria chimica, SCCFQIM, Barcellona, 1985.

S. Messina, N. Piccinini, G. Zappellini, Valutazione probabilistica di rischio, 3ASI.

D.A. Crowl, J.F. Louvar, Chemical process safely, Prentice Hall, 1990.

## **Esame**

L'esame, costituito da uno scritto e un orale, verte esclusivamente sul programma svolto a lezione, che pertanto può subire variazioni di anno in anno. Lo scritto è relativo solo alle applicazioni delle metodologie sull'analisi dei rischi (Durata della prova - 3 ore - sono consultabili appunti, libri od esercizi svolti).

## H5450 TECNICA DELLA SICUREZZA ELETTRICA

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Vito CARESCIA

---

### **Presentazione del corso**

Il corso intende fornire agli allievi i fondamenti della tecnica della sicurezza elettrica, cioè i modi con cui rendere sicuro per le persone l'uso dell'energia elettrica. Dopo una panoramica sugli effetti della corrente elettrica sul corpo umano si studiano i sistemi di protezione contro i contatti diretti e indiretti, con e senza interruzione automatica del circuito. Si affronta anche il problema della protezione delle condutture contro le sovracorrenti, della sicurezza dei circuiti di comando, del sezionamento, dei luoghi con pericolo di esplosione, delle radiazioni non ionizzanti.

### **Prerequisiti**

Elettrotecnica.

### **Programma**

*Le basi legislative della sicurezza.*

Gli enti normatori nazionali e internazionali. La conformità alle norme degli apparecchi e degli impianti. Il diritto nazionale e internazionale nel settore elettrico. La marcatura CE. La legge 46/90 sulla sicurezza degli impianti. Il marchio di qualità. Il rapporto tra norme di legge e norme di buona tecnica. Applicabilità delle norme agli impianti preesistenti. Alcuni dati statistici sugli infortuni elettrici. [8 ore]

*Principi generali di sicurezza.*

Definizione di sicurezza e di rischio. Sicurezza di un sistema. Relazione tra sicurezza e affidabilità. Individuazione del livello di sicurezza accettabile. Il rischio indebito.

L'errore umano. [4 ore]

*Brevi richiami di elettrofisiologia.*

Effetti pato-fisiologici della corrente elettrica sul corpo umano. Limiti di pericolosità della corrente elettrica. Resistenza elettrica del corpo umano. [4 ore]

*Il terreno come conduttore elettrico.*

La resistenza di terra. I potenziali sulla superficie del terreno. Dispensori in parallelo.

Tensione totale e tensione di contatto a vuoto e a carico. [2 ore]

*Isolamento funzionale, principale, supplementare, rinforzato.*

Definizione di massa. Curva di sicurezza. Massa estranea. Classificazione dei sistemi elettrici in relazione alla tensione. [4 ore]

*Protezione contro i contatti indiretti nei sistemi TT.*

Necessità della protezione differenziale. L'equipotenzialità. Il relè di tensione. Il conduttore di neutro nei sistemi TT. [4 ore]

*Protezione contro i contatti indiretti nei sistemi TN.*

Rispetto della curva di sicurezza. Tensioni sul neutro. Il guasto non franco a terra.

Reti pubbliche di distribuzione dell'energia: sistemi TT e TN. [4 ore]

*Protezione contro i contatti indiretti nei sistemi IT.*

Sovratensioni per guasto resistivo e induttivo a terra. [2 ore]

*Protezione contro i contatti indiretti senza interruzione automatica del circuito.*

Trasformatore d'isolamento, apparecchi di classe seconda e di classe zero. [2 ore]

*Protezione contro i contatti indiretti in alta tensione.*

Dispensore profondo. Misura delle tensioni di contatto e di passo. Interfaccia con l'impianto di terra di bassa tensione. Messa a terra del neutro. Cenni all'esecuzione dell'impianto di terra. [4 ore]

*Protezione contro i contatti diretti: misure totali e parziali; passive e attive.*

Isolamento, barriere e involucri. Gradi di protezione IP. Protezione contro i contatti diretti offerta dagli interruttori differenziali. [4 ore]

*Sistemi elettrici di categoria zero: bassissima tensione di sicurezza, di protezione e funzionale.*

Confronto delle misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti. Luoghi a maggior rischio elettrico, luoghi conduttori ristretti. [4 ore]

*- Misure di protezioni particolari in ambiente medico.*

Microshock. Sicurezza delle apparecchiature elettromedicali. Elettrobisturi. [2 ore]

*Sezionamento e comando. [4 ore]*

Comando d'emergenza. Comando funzionale. L'interruttore generale. Interruzioni per motivi non elettrici. Circuiti di comando: sicurezza contro l'azionamento intempestivo.

*Portata di un cavo.*

Curva di sovraccaricabilità di un cavo. Dispositivi di protezione di sovracorrente.

Requisiti del dispositivo di protezione contro il sovraccarico. [4 ore]

*Brevi richiami alla corrente di cortocircuito.*

Sollecitazioni termiche in condizioni di cortocircuito. Requisiti del dispositivo di protezione contro cortocircuito. [4 ore]

*Applicazione dei dispositivi di protezione contro il sovraccarico ed il cortocircuito.*

Dispositivo di protezione unico e dispositivi distinti. Protezione contro le sovracorrenti nei sistemi TT, TN e IT. [4 ore]

*Protezione dei motori contro il sovraccarico e il cortocircuito.*

Requisiti dell'alimentazione di sicurezza, con particolare riferimento all'illuminazione di sicurezza. [4 ore]

*Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione individuazione dei centri di pericolo, delle condizioni di ventilazione, della estensione e qualifica delle zone AD. [4 ore]*

*Modi di protezione per le costruzioni elettriche da utilizzare in atmosfera esplosiva.*

Tipi di impianti elettrici a sicurezza. Scelta del tipo di impianto adatto alla zona AD. [4 ore]

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni verteranno su:

Progetto dell'impianto di terra di una stazione di trasformazione. [4 ore]

Confronto e analisi delle misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti. [4 ore]

Misure della resistenza di terra e delle tensioni di contatto di passo in una officina elettrica dell'ENEL. [4 ore]

Determinazione della lunghezza massima protetta di un circuito protetta da un fusibile. [4 ore]

Visita ai laboratori dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità e del Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano, Milano. [8 ore]

## **Bibliografia**

V. Carrescia, Fondamenti di sicurezza elettrica, Edizioni TNE.

## **C5570    TECNOLOGIA DEI MATERIALI E CHIMICA APPLICATA**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Pietro APPENDINO (coll.: Enrica VERNE')</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di rendere familiare agli allievi la funzione svolta dai materiali sia nella realizzazione dei processi chimici e degli impianti connessi, sia nel condizionare l'impiego e la scelta dei componenti. Oltre alle tecnologie di trattamento e produzione delle più comuni classi di materiali, quali acque, combustibili, materiali ceramici, materiali leganti, materiali metallici ferrosi e non ferrosi, materiali polimerici e compositi, verranno descritte le loro proprietà più significative correlandole con la loro microstruttura, con la presenza di difetti e con il comportamento in esercizio.

### **Prerequisiti**

È necessaria la conoscenza degli argomenti trattati nel corso di Chimica.

### **Programma**

- Acque. [5 ore]

Approvvigionamento, consumi, interventi preliminari al loro utilizzo. Durezza delle acque e loro addolcimento.

Demineralizzazione delle acque. Acque per usi potabili. Depurazione delle acque con metodi chimici, fisici e biologici.

- Combustibili. [9 ore]

Poteri calorifici, volume e composizione dei fumi, temperatura teorica di combustione, temperatura di accensione, limiti di infiammabilità, potenziale termico. Combustibili naturali: classificazione e riserve; combustibili solidi, combustibili liquidi; carburanti e propellenti; combustibili e inquinamento, combustibili gassosi naturali; processi di gassificazione di combustibili liquidi e solidi; lubrificanti.

- Proprietà generali dei solidi. [7 ore]

Struttura cristallina regolare; siti interstiziali; soluzioni solide sostituzionali e interstiziali, ordinate e disordinate; fasi e componenti intermedi. Difetti reticolari: vacanze, dislocazioni, difetti di superficie e di volume.

- Diagrammi di stato binari. [7 ore]

Sistemi a completa miscibilità allo stato solido, sistemi con eutettici, peritettici, eutettoidi, peritettoidi, con fasi intermedie a fusione congruente e incongruente. Sistemi ternari.

- Materiali ceramici. [7 ore]

Materiali ceramici tradizionali e innovativi per tecnologie avanzate. Materiali refrattari: refrattari acidi, basici e neutri.

- Materiali leganti. [7 ore]

Leganti aerei: calce, gesso; leganti idraulici: cementi Portland, pozzolanico, siderurgico, alluminoso, calci idrauliche. Materiali vetrosi e vetroceramici.

- Materiali ferrosi. [16 ore]

Produzione della ghisa e dell'acciaio; colata dell'acciaio; diagramma di stato ferrocementite e ferro-grafite. Trattamenti termici sugli acciai: ricottura, normalizzazione, tempratura e rinvenimento.

Trattamenti superficiali. Ghise grigie, sferoidali, malleabili, bianche. Processi di fabbricazione di componenti realizzati con materiali ferrosi.

Acciai strutturali, per utensili, per valvole, per temperature elevate, per applicazioni speciali.

Acciai inossidabili ferritici, austenitici, martensitici e bifasici; le principali forme di corrosione uniforme e localizzata.

- Altri materiali metallici. [8 ore]

Alluminio e sue leghe da getto e da trattamento termomeccanico; rame e sue leghe; titanio e sue leghe, magnesio e sue leghe; zinco e sue leghe.

- Saldature e giunzioni di materiali metallici. [2 ore]

- Materiali polimerici. [8 ore]

Materiali polimerici termoplastici e termoindurenti; meccanismi di polimerizzazione, processi di polimerizzazione; additivi per materiali polimerici; proprietà dei materiali polimerici; siliconi; elastomeri.

- Materiali compositi. [2 ore]

Proprietà generali; matrici e agenti rinforzanti, compositi a matrice polimerica, metallica, ceramica, vetrosa e vetroceramica.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni verteranno su:

- Calcoli sulla determinazione della durezza temporanea, permanente e totale e sul consumo di reattivi del tipo della calce-soda o del fosfato trisodico per abatterla. [3 ore]

- Calcoli sul potere calorifico superiore e inferiore dei combustibili, sulla composizione e volume dei fumi, sull'aria teorica di combustione, sulle perdite al camino e sul potenziale termico. [6 ore]

- Calcoli sui moduli idraulico, calcareo, silicico, dei fondenti del cemento Portland e calcoli sulla sua composizione mineralogica; norme sui leganti. [3 ore]

- Proprietà termiche dei materiali: coefficiente di dilatazione termica, conducibilità termica, resistenza agli sbalzi termici. [2 ore]

- Proprietà meccaniche dei materiali: comportamento rispetto a sollecitazioni a trazione, a compressione, a fatica; durezza; fragilità e tenacità dei materiali; influenza della temperatura sulle proprietà. [6 ore]

I laboratori, con squadre a numero limitato di studenti, riguarderanno:

- Prove di determinazione delle caratteristiche delle acque e di alcune proprietà di combustibili e lubrificanti. [2 ore]

- Prove di determinazione di alcune proprietà meccaniche dei materiali. [2 ore]

- Esame microscopico di strutture metallografiche. [2 ore]

### **Bibliografia**

C. Brisi, Chimica applicata, Levrotto & Bella, Torino.

P. Appendino, C. Gianoglio, Esercizi di chimica applicata, CELID, 1989.

Appunti delle lezioni su alcuni argomenti relativi alle acque, sul problema dei carburanti e dell'inquinamento, sulla struttura regolare e difettiva dei solidi, sui materiali ceramici per tecnologie avanzate, sui materiali compositi, sugli acciai inossidabili, sulle saldature, su titanio, magnesio, zinco e loro leghe.

## Esame

È prevista all'inizio di giugno una prova scritta della durata di due ore, da svolgere senza l'ausilio di testi o appunti, riguardante calcoli sulla durezza e sulla dolcificazione delle acque, calcoli sul potere calorifico, sul volume e composizione dei fumi, sulla temperatura teorica di combustione, sul potenziale termico dei combustibili, calcoli sui moduli e sulla composizione mineralogica del cemento Portland; descrizione e interpretazione di diagrammi di stato.

La prova dà luogo a una votazione in trentesimi e, qualora si concludesse con un esito insoddisfacente, potrà essere ripetuta verso la metà di giugno; essa esonera dal portare gli argomenti sopracitati fino alla prima sessione dell'a.a. successivo compresa.

## **C9861    TECNOLOGIE CHIMICHE SPECIALI I (INDUSTRIA CARTARIA)**

Periodo:                    2  
Crediti:                    10  
Precedenze obbligatorie: -  
Docente:                    da nominare

---

PROGRAMMA NON PERVENUTO.

## **C9862    TECNOLOGIE CHIMICHE SPECIALI II (INDUSTRIA CARTARIA)**

Periodo:                    2  
Crediti:                    10  
Precedenze obbligatorie: -  
Docente:                    da nominare

---

PROGRAMMA NON PERVENUTO.

## **CA711    TECNOLOGIE DI CHIMICA APPLICATA I (INDUSTRIA CARTARIA)**

Periodo:                    1  
Crediti:                    10  
Precedenze obbligatorie: -  
Docente:                    da nominare

---

PROGRAMMA NON PERVENUTO.

## **CA712    TECNOLOGIE DI CHIMICA APPLICATA II (INDUSTRIA CARTARIA)**

Periodo:                    2  
Crediti:                    10  
Precedenze obbligatorie: -  
Docente:                    da nominare

---

PROGRAMMA NON PERVENUTO.

## **C5700    TECNOLOGIE INDUSTRIALI (TESSILI)**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Franconio TESTORE</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di studiare i principali processi tecnologici in cui si articola la trasformazione delle fibre e dei fili in tessuto finito, i cicli di lavorazione e le condizioni ambientali per il loro razionale svolgimento, e di mettere i giovani futuri ingegneri a contatto con la realtà industriale per mezzo di visite a stabilimenti e laboratori e di esercitazioni su problemi pratici.

### **Programma**

L'insegnamento si divide in tre parti principali, concernenti a grandissime linee la formazione del filato, la formazione di superfici tessili piane, la nobilitazione dei filati e dei tessuti, oltre ad alcuni argomenti complementari. Di ciascuna parte vengono illustrate le esigenze di carattere tecnologico che influenzano la progettazione, il layout, le condizioni ambientali.

#### **- Formazione del filato**

Classificazione delle fibre. Tecnologia della cardatura, della pettinatura, della filatura. Ciclo cardato e pettinato per fibre a taglio laniero ed a taglio cotoniero. Trattamenti tessili ai cavi di filatura chimica (tow) e di fili continui artificiali e sintetici (torcitura, testurizzazione, ecc.). Operazioni successive alla filatura.

#### **- Tecnologia generale di tessitura**

Preparazione dell'ordito. Principali tipi di telai, tessuti a trama e catena, a maglia, non tessuti.

#### **- Nobilitazione**

Rifinitone, classificazione e scopi delle principali operazioni. Finissaggio dei tessuti lanieri, cotonieri, serici, di fili sintetici. Tintura e stampa, cenni sulle fasi dei cicli e sulle principali macchine.

Analisi di laboratorio e controlli in reparto.

Controlli tecnologici, illustrazione delle prove più importanti (scopi, metodologia, apparecchiature, ecc.) che si compiono su fibre, fili e filati, tessuti.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni alternano visite e prove sperimentali presso aziende tessili, chimico-tessili e meccano-tessili e presso laboratori pubblici e privati, alla elaborazione presso il Politecnico dei risultati sperimentali e nella discussione delle relazioni compilate con i dati raccolti.

### **Bibliografia**

- F. Testore, Tecnologia della filatura, Vol. 1 e 2, Elsa, 1975.
- Manuale di tecnologia tessile, Cremonese, Roma, 1981.
- Bollettini dell'International Textile Service, Zurigo.
- Journal of the Textile Institute, Manchester.

F. Testore, Nel segno dell'ITMA 83, Nuove Tecniche Editoriali, Milano, 1984.

F. Testore, Quo vadis, mecatronica ITMA 87, NTE, Milano, 1988.

F. Testore, Dispense di Tecnologie industriali tessili, 1993-95.

## Esame

Gli esami sono svolti oralmente, della durata di un'ora circa. Generalmente allo studente vengono rivolte tre domande sugli argomenti illustrati durante il corso; egli deve anche essere in grado di schizzare le macchine e le apparecchiature oggetto di domanda. Inoltre egli deve dimostrare di conoscere bene cicli e macchinari delle aziende di cui ha redatto le relazioni successivamente alle visite.

### (INDUSTRIA CARTARIA)

Il programma si divide in tre parti principali: concetti generali, concetti specifici e applicazioni. La prima parte riguarda i concetti generali, la seconda parte i concetti specifici e la terza parte le applicazioni. Il corso si propone di fornire al partecipante i principi generali e le condizioni di lavoro e di studio delle fibre e dei filati in modo da poterli applicare in modo appropriato per la loro lavorazione e di mettere a punto i concetti generali e specifici per la loro lavorazione e di mettere a punto i concetti generali e specifici per la loro lavorazione.

Il corso si propone di fornire al partecipante i principi generali e le condizioni di lavoro e di studio delle fibre e dei filati in modo da poterli applicare in modo appropriato per la loro lavorazione e di mettere a punto i concetti generali e specifici per la loro lavorazione. Il corso si propone di fornire al partecipante i principi generali e le condizioni di lavoro e di studio delle fibre e dei filati in modo da poterli applicare in modo appropriato per la loro lavorazione e di mettere a punto i concetti generali e specifici per la loro lavorazione.

### (INDUSTRIA CARTARIA)

Il corso si propone di fornire al partecipante i principi generali e le condizioni di lavoro e di studio delle fibre e dei filati in modo da poterli applicare in modo appropriato per la loro lavorazione e di mettere a punto i concetti generali e specifici per la loro lavorazione. Il corso si propone di fornire al partecipante i principi generali e le condizioni di lavoro e di studio delle fibre e dei filati in modo da poterli applicare in modo appropriato per la loro lavorazione e di mettere a punto i concetti generali e specifici per la loro lavorazione.

Il corso si propone di fornire al partecipante i principi generali e le condizioni di lavoro e di studio delle fibre e dei filati in modo da poterli applicare in modo appropriato per la loro lavorazione e di mettere a punto i concetti generali e specifici per la loro lavorazione. Il corso si propone di fornire al partecipante i principi generali e le condizioni di lavoro e di studio delle fibre e dei filati in modo da poterli applicare in modo appropriato per la loro lavorazione e di mettere a punto i concetti generali e specifici per la loro lavorazione.

### CAT12 - TECNOLOGIE DI CHIMICA APPLICATA II

Il corso si propone di fornire al partecipante i principi generali e le condizioni di lavoro e di studio delle fibre e dei filati in modo da poterli applicare in modo appropriato per la loro lavorazione e di mettere a punto i concetti generali e specifici per la loro lavorazione. Il corso si propone di fornire al partecipante i principi generali e le condizioni di lavoro e di studio delle fibre e dei filati in modo da poterli applicare in modo appropriato per la loro lavorazione e di mettere a punto i concetti generali e specifici per la loro lavorazione.

Il corso si propone di fornire al partecipante i principi generali e le condizioni di lavoro e di studio delle fibre e dei filati in modo da poterli applicare in modo appropriato per la loro lavorazione e di mettere a punto i concetti generali e specifici per la loro lavorazione. Il corso si propone di fornire al partecipante i principi generali e le condizioni di lavoro e di studio delle fibre e dei filati in modo da poterli applicare in modo appropriato per la loro lavorazione e di mettere a punto i concetti generali e specifici per la loro lavorazione.

## **C5710    TECNOLOGIE METALLURGICHE**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Mario ROSSO</b>

---

### **Programma**

#### **PROCESSI DI FORMATURE**

**DEFORMAZIONE:** a caldo, in semicaldo ed a freddo, richiami dei fondamenti teorici. Fucinatura, stampaggio, estrusione diretta ed inversa, trafilatura, laminazione, formatura delle lamiere sottili. Tensioni residue e difetti più comuni dopo lavorazione, leghe assoggettabili ai processi di deformazione plastica, proprietà e caratteristiche dei pezzi ottenuti, controllo qualità.

**FONDERIA:** richiami ai principi di solidificazione delle leghe. Diagramma di flusso e ciclo di lavorazione tipico di una fonderia. Modelli, forme ed anime, modalità di formatura e processi speciali di formatura. Colata in gravità e centrifuga, pressocolata. Formatura di leghe e compositi allo stato semisolido: processi tipo Rheocasting e Thixoforming. Lavorazioni di finitura e controllo dei getti, leghe tipiche da fonderia e loro settori di impiego, assicurazione della qualità.

**METALLURGIA DELLA POLVERI:** analisi del ciclo completo di produzione dei sinterizzati. Polveri, produzione, miscelazione, compattazione e forme limiti ottenibili. Aspetti termodinamici del processo di sinterizzazione, forni e atmosfere di sinterizzazione. Processi particolari di compattazione, pressatura isostatica a freddo ed a caldo, powder injection molding. Lavorazioni secondarie dei sinterizzati: trattamenti termici, calibratura, infiltrazione e impregnazione. Metalli e leghe idonei al processo, loro caratteristiche ed applicazioni. controllo qualità e finitura.

#### **TECNICHE DI GIUNZIONE E RIPORTI SUPERFICIALI. CRITERI DI SCELTA E ANALISI DEI COSTI**

Processi di saldatura e metallurgia della saldatura. Brasatura. Giunzione mediante collanti. Verifica e controllo delle giunzioni. Riporti superficiali: mediante proiezione a fiamma, a plasma e HVOF, riparazione di componenti e rivestimento di componenti per migliorare le resistenze a corrosione e ad usura. Progetto di un processo di formatura, progetto degli utensili, fattori di forma, confronti tra le differenti tecnologie, alternative e criteri di scelta. Ottimizzazione tecnico economica ed indici di costo.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Durante il corso sarà svolta una esercitazione monografica, frazionabile in funzione dei crediti relativi alle due unità didattiche in cui è divisibile il corso.

L'argomento dell'esercitazione riguarda l'esame di un componente funzionale con analisi delle singole parti componenti, individuazione dei materiali più appropriati per la loro fabbricazione, scelta del processo di formatura e progettazione del ciclo di produzione. I tradizionali calcoli di progetto riferiti ai singoli processi, saranno supportati anche da modellizzazioni stessi e saranno svolte analisi economiche, con valutazione dei costi e confronti tecnico-economici tra diverse ipotesi alternative. Le prove in laboratorio riguardano le caratteristiche di formabilità, l'esame delle proprietà e delle caratteristiche microstrutturali dei materiali assoggettati alle diverse tecnologie, osservazione e analisi di pezzi finiti.

Il corso sarà integrato con visite ad industrie operanti nei settori delle lavorazioni per deformazione plastica, a caldo ed a freddo, della fonderia, della sinterizzazione e dei rivestimenti.

## Bibliografia

G. Dieter, Mechanical Metallurgy, McGraw.Hill, Tokio, 1988. R.A. Higgins, Engineering Metallurgy, Vol 1 e 11, ELBS, Kent, 1986. E. Mosca, Metallurgia delle polveri, AMMA, Torino, 1983. Appunti del corso.

## Esame

L'esame consiste in una prova orale nella quale si considerano e si discutono i procedimenti industriali ritenuti più appropriati per la produzione industriale di particolari specifici.

## **C5850    TEORIA DELLO SVILUPPO DEI PROCESSI CHIMICI**

Periodo:	2
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare (referente: Antonello BARRESI)

---

### **Presentazione del corso**

Vengono illustrati i criteri e la metodologia per lo sviluppo di un processo, mediante l'individuazione e l'analisi tecnica ed economica delle diverse alternative. In particolare nella prima parte del corso, dopo aver illustrato le tecniche per la valutazione della redditività dei processi, viene analizzata approfonditamente la prima fase del progetto, quella del "conceptual design", che conduce alla stesura dello schema di processo. Nella seconda parte viene preso in considerazione lo sviluppo del sistema di controllo di un processo.

Il corso si sviluppa con lezioni ed una serie di esercitazioni guidate nelle quali viene sviluppato lo studio di fattibilità di un impianto petrolchimico esemplificando e applicando gli aspetti teorici svolti a lezione.

### **Prerequisiti**

Le nozioni impartite nei corsi di Principi di Ingegneria Chimica e di Impianti Chimici.

### **Programma**

Sviluppo della progettazione tecnologica. (4 ore)

Schemi di principio, schemi quantificati, schemi tecnologici. Specifiche delle apparecchiature

Manuale operativo e relazione di progetto.

Valutazione economico-finanziaria di un progetto di investimento (10 ore)

Valutazione dei costi di investimento. Stima del costo del prodotto. Stesura del business plan. Scelte finanziarie e criteri di redditività.

Il conceptual design (20 ore)

Sviluppo del conceptual design e tracciamento del flow sheet migliore (applicato ad un case study) utilizzando l'approccio gerarchico:

livello 0 - 1: informazioni iniziali; scelta fra processo continuo e processo batch

livello 2: struttura input-output del flowsheet.

livello 3: struttura del ricircolo

livello 4: sistemi di separazione (in fase liquida e vapore)

livello 5: integrazione energetica e network di scambiatori

Diagrammi di costo e screening delle alternative

Ottimizzazione preliminare del processo. Bilanci di materia rigorosi e logica di programmi CAD

Sviluppo del sistema di controllo del processo (22 h)

Identificazione dei gradi di libertà delle apparecchiature e degli obiettivi del controllo.

Cenni sulla dinamica dei sistemi chimici. Funzioni di trasferimento e modelli input-output. Diagrammi a blocchi. Stabilità

Controllo feedback. Comportamento dinamico e scelta dei sistemi P, PI, PID. Cenni su sistemi feedforward e avanzati.

Schemi di controllo di singole apparecchiature e di un processo. Stesura di diagrammi di flusso strumentati e schemi di marcia (P&ID).  
Aspetti progettuali. Analisi di operabilità e controllabilità del sistema.  
Sovradimensionamento di apparecchiature  
Sviluppo di nuovi processi e controllo dello sviluppo del processo (4 h)  
Sviluppo di nuovi processi  
Brevetti e procedure di interferenza.  
La tecnica del PERT e del Critical Path Method  
Commissioning e controllo dei costi

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni a squadre, nelle quali viene sviluppato lo studio di fattibilità di un processo, fino alla stesura dello schema di processo strumentato. (44 h)

### **Bibliografia**

Testo di riferimento

J.M. Douglas, Conceptual design of chemical processes. McGraw-Hill, Singapore, 1988

G. Stephanopoulos, Chemical process control. An introduction to theory and practice. Prentice/Hall, 1984.

Dispense ed altro materiale fornito dal docente

Testi ausiliari

M.S. Peters and K.D. Timmerhaus, Plant design and economics for chemical engineers. McGraw-Hill, New York, 1968

A. Monte, Elementi di impianti industriali, vol. 1. Ed. Libreria Cortina, Torino, 1982

F.C. Jelen, Cost and optimization engineering. McGraw-Hill, New York, 1970

W. Neri, Progettazione e sviluppo degli impianti chimici, vol 1. Vallecchi, Firenze, 1970

R.K. Sinnott, Chemical Engineering Design. Coulson & Richardson's Chemical Engineering, Vol. 8. Pergamon, Oxford, 2nd Edition, 1993.

### **Esame**

Esame orale; la relazione presentata viene discussa in sede d'esame e concorre alla valutazione finale.

# C5970 TERMODINAMICA DELL'INGEGNERIA CHIMICA

Periodo:	1
Crediti:	10
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	Mario MAJA (collab.: Marco VANNI)

---

## Presentazione del corso

Il corso viene sviluppato con l'intento di dare agli allievi ingegneri chimici le basi concettuali necessarie per lo studio delle reazioni e dei processi chimici. Ad una trattazione generale della termodinamica verrà fatto seguire sia uno studio dettagliato delle condizioni di equilibrio dei sistemi chimici mono e plurifasici, sia il calcolo del lavoro delle reazioni chimiche ed elettrochimiche sia una discussione sulla conversione elettrochimica dell'energia.

## Prerequisiti

È necessaria la conoscenza degli argomenti trattati nei corsi di Chimica e Fisica.

## Programma

- Termodinamica generale. [10 ore]

Le leggi della termodinamica generale, le grandezze molari parziali, i potenziali termodinamici, le equazioni fondamentali (Gibbs, Helmholtz, Clapeyron), i bilanci energetici, le trasformazioni fondamentali, l'equilibrio chimico e l'equilibrio elettrochimico.

- Termochimica. [4 ore]

La legge di Hess, i bilanci entalpici, calori di soluzione, calcolo completo del calore di reazione.

- Sistemi omogenei quasi perfetti. [10 ore]

Il calcolo dell'entropia, del lavoro di una reazione e delle condizioni di equilibrio, le equazioni di van't Hoff, di Helmholtz e di Planck, gli equilibri bifasici, gli equilibri di membrana, l'equazione di Nernst ed il terzo principio.

- Applicazioni a casi pratici. [7 ore]

Il calcolo del potere ossidante e riducente di una miscela gassosa, gli equilibri di clorurazione e solfatazione, il comportamento degli ossidi non stechiometrici, i diagrammi H<sub>2</sub>S, cicli termodinamici.

- La termodinamica molecolare. [5 ore]

Richiami di statistica e quantistica chimica, l'interpretazione molecolare dei tre principi della termodinamica, i calori specifici.

- Sistemi reali. [6 ore]

Il teorema del viriale, le principali equazioni di stato, la termodinamica dei sistemi reali, la fugacità e l'attività, le equazioni di Margules e Van Laar, i sistemi azeotropici.

- Sistemi plurifasici. [6 ore]

La legge delle fasi, le regole per il tracciamento dei diagrammi di fase, diagrammi unari, binari, ternari e ad n componenti.

- Sistemi dispersi. [8 ore]

La tensione superficiale, equilibri meccanici tra fasi, la nucleazione, equilibri chimici e legge dell'adsorbimento di Gibbs, l'adsorbimento fisico di gas su solidi, cenno alla teoria BET.

- Le interfasi elettrizzate. [6 ore]

Richiami della teoria elementare degli elettroliti, cenni alla teoria di Debye-Hückel, fenomeni elettrocinetici, applicazioni delle misure di conducibilità, l'interfase solido-elettrolito.

- Termodinamica elettrochimica. [8 ore]

I potenziali di elettrodo, loro misura, i potenziali di membrana, i potenziali di diffusione, i diagrammi pH-V, gli elettrodi ad ossidi non stechiometrici.

- Conversione dell'energia. [6 ore]

I generatori primari e secondari, loro caratteristiche, elettrodi per generatori, le pile a combustibile.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Verranno svolti, richiamando la teoria, esercizi di applicazione delle equazioni dedotte durante il corso e verranno assegnate tre esercitazioni di calcolo riguardanti:

- Il bilancio energetico di un accumulatore Pb/acido.
- La riduzione degli ossidi di ferro.
- I diagrammi di stato per sistemi bifasici liquido/vapore nel caso di componenti ideali e reali.

### **Bibliografia**

M. Maja, Termodinamica per l'ingegneria chimica. Vol. I-V, Levrotto & Bella, Torino.  
P.W. Atkins, Chimica fisica, Zanichelli.  
M.W. Zemansky, Termodinamica per ingegneri, Zanichelli.

### **Esame**

L'esame è costituito da una prova scritta e da una orale. La prova scritta è costituita da alcuni esercizi simili a quelli svolti durante le esercitazioni. Per essere ammessi alla prova orale è necessario avere superato quella scritta.

# 37070 BILANCIO E CONTABILITÀ AMBIENTALE IGIENE AMBIENTALE

Pratica	3 A
Costo	5
Praticante obbligato	
Scadenza	30 settembre

---

## Programma

### IGIENE AMBIENTALE (10 crediti)

Corso nella mattinata (3 ore)  
Legislazione italiana ed europea in materia di ambiente, con lavoro di gruppo approfondendo D.L. 458/94.

Lezioni nel pomeriggio di:  
Identificazione del rischio in chimica, fisica e biologica; lavoro di gruppo in ecologia, epidemiologia, tossicologia, ecotossicologia.  
Analisi del rischio di inquinamento del rischio.  
Acq. acque, alimenti, terreni specifici di particolari attività, inquinanti chimici, biologici.  
Lavoro di gruppo.

## **CORSO DI DIPLOMA UNIVERSITARIO IN INGEGNERIA CHIMICA SEDE DI BIELLA (3° ANNO)**

Ateneo delle principali aziende di livello internazionale (3 ore)  
Settori industriali: lavorazione di e con sostanze pericolose, recupero, rifiuti, norme, norme.

### Laboratori ed esercitazioni

Le esercitazioni in aula e laboratorio nella realizzazione, da parte degli allievi, di progetti di ricerca relativi ai concetti sviluppati a lezione.

### Esame

L'esame consiste di una prova orale.

## **3707C BILANCIO E CONTABILITÀ AMBIENTALE / IGIENE AMBIENTALE**

Periodo:	3,4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### **Programma**

IGIENE AMBIENTALE (2 CREDITI)

Cenni sulla legislazione ( 3 ore)

Legislazione italiana ed europea in materia di sicurezza sul lavoro e di igiene; approfondimento D.L. 626/94.

Valutazione del rischio in ambito lavorativo ( 12 ore)

Identificazione del rischio in ambiente lavorativo; pericolosità per esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici: le vie di azione, rapporto dose-risposta, tossicologia, epidemiologia, epidemiologia molecolare; caratterizzazione e gestione del rischio.

Analisi dei veicoli di propagazione del rischio ( 6 ore)

Aria, acqua, alimenti, veicoli specifici in particolari attività. Inquinanti chimici, fisici e biologici.

Fattori di rischio.

Analisi delle principali tipologie di rischio lavorativo ( 3 ore)

Rischi industriali: lavorazioni di o con sostanze pericolose, rumore, vibrazioni, radiazioni.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni in aula consistono nella risoluzione, da parte degli allievi, di problemi semplici relativi ai concetti sviluppati a lezione.

### **Esame**

L'esame consiste di una prova orale.

## **3115C    DINAMICA E CONTROLLO DEI PROCESSI CHIMICI**

Periodo: 1,2  
Crediti: 5  
Precedenze obbligatorie: -  
Docente: da nominare

---

### ***Presentazione del corso***

Il corso ha lo scopo di fornire i principi necessari per affrontare e gestire i problemi di regolazione dei processi e degli impianti chimici con particolare riguardo al settore tessile.

### ***Programma***

Specifiche e necessità del controllo per un impianto ed un processo.  
Configurazioni generali di sistemi di controllo: feedback, feedforward e deduttivo.  
Struttura e componenti a regime e risposta in transitorio.  
Descrizione modellistica di un processo in termini ingresso-uscita.  
Trasformazione del dominio del tempo di Laplace.  
Algebra dei blocchi.  
Controllori: logiche di controllo.  
Elementi finali di controllo: progettazione delle valvole.  
Misuratori: loro utilizzo e loro componente dinamica.  
Scelta dei parametri delle logiche di controllo.  
Significato, utilizzo e strutture di P&ID.  
Esemplificatori particolari per gli impianti di tintoria, i generatori di vapore e impianti di depurazione (inceneritori, acqua e aria).

## 3135C ECONOMIA POLITICA

Periodo:	1,2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso intende fornire agli studenti una chiave di lettura della realtà economica, sia a livello microeconomico sia a livello aggregato (macroeconomico). Il corso si concentra sugli aspetti metodologici dell'analisi economica e sui meccanismi che spiegano il funzionamento del sistema produttivo.

### **Programma**

Introduzione al corso e cenni di contabilità nazionale.

Oggetto e metodo dell'economia politica. I collegamenti tra i conti aziendali e i conti nazionali. Le principali grandezze della contabilità nazionale. Valutazioni a prezzi correnti ed a prezzi costanti. Il ruolo economico delle amministrazioni pubbliche: entrate, spese e disavanzi. Debito pubblico e sostenibilità.

Gli schemi di analisi macroeconomica.

Risparmi, consumi e investimenti. La determinazione del reddito. Cicli economici e previsioni. Prezzi e moneta.

Gli schemi di analisi microeconomica.

La determinazione dei prezzi attraverso la domanda e l'offerta. Le scelte del consumatore, la teoria della domanda e dell'utilità. I mercati dei prodotti. Concorrenza atomistica, monopolio, oligopolio e altre forme di mercato. I mercati dei fattori produttivi. L'equilibrio generale.

I rapporti con l'estero.

I dati contabili: la bilancia dei pagamenti. I mercati dei cambi come applicazione dell'analisi domanda/offerta. Il sistema monetario internazionale. Il sistema monetario europeo. Il commercio internazionale.

I problemi economici attuali.

La teoria della crescita. Problemi dello sviluppo economico. Significato dei confronti economici internazionali.

### **Bibliografia**

Fischer, Dornbusch, Schmanlensee, Economia, Hoepli, Milano, 1992.

## 3275C IMPIANTI CHIMICI II

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### Presentazione del corso

Vengono illustrati i criteri necessari alla progettazione e conduzione degli impianti industriali chimici.

### Programma

- Scambiatori di calore a tubi coassiali, a fascio tubiero e a piastre. [20 ore]
- Convenzione naturale ed irraggiamento; riscaldamento di serbatoi. [6 ore]
- Evaporatori e concentratori a singolo e a multiplo effetto; termocompressione; condensatori barometrici. [10 ore]
- Elementi di cristallizzazione, cristallizzatori [4 ore]
- Condensatori [4 ore]
- Diagramma psicometrico aria vapore; umidificazione e deumidificazione. [10 ore]
- Essiccamento: principi ed apparecchiature. [4 ore]
- Servizi generali: centrali termiche e frigorifere; impianti di stoccaggio e distribuzione dei fluidi. [2 ore]

## 3276C IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI INQUINANTI

Periodo:	1,2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si occupa prevalentemente dei processi e delle tecnologie usate per il trattamento degli effluenti liquidi, sviluppandone gli aspetti progettuali-costruttivi e gestionali; vengono anche esaminati i criteri di scelta fra le varie possibili opzioni di trattamento.

### **Programma**

Caratteristiche chimico-fisiche-biologiche dell'acqua naturale; parametri di inquinamento: effetti ecotossicologici e sulla salute umana; legislazione italiana; disciplina per la definizione dei limiti di accettabilità degli scarichi. Potere di autodepurazione dei corsi d'acqua; eutrofizzazione [3 ore]

Acqua primaria: tipi e provenienze; produzione di acqua per uso idropotabile [2 ore]

Pretrattamenti degli effluenti liquidi: grigliatura; disoleatura; dissabbiatura; sollevamento; polmonazione; equalizzazione [3 ore]

Trattamenti primari degli effluenti liquidi: correzione del pH; sedimentazione; coagulazione-flocculazione; flottazione [3 ore]

Trattamenti secondari degli effluenti liquidi [14 ore, di cui]:

Trattamenti biologici: ossidazione aerobica mediante impianti a fanghi attivi, filtri percolatori, biodischi, letti anegati e letti fluidizzati [6 ore]; nitrificazione-denitrificazione e rimozione biologica del fosforo [4 ore]; digestione anaerobica [3 ore]

Trattamenti chimici: ossidazione dei cianuri; riduzione del cromo esavalente [1 ora]

Trattamenti terziari degli effluenti liquidi: adsorbimento; filtrazione con letti a sabbia; sterilizzazione; ozonazione; processi a membrana semipermeabile [2 ore]

Trattamenti dei fanghi: ispessimento; disidratazione; riscaldamento; ossidazione ad umido; incenerimento; messa a dimora in discarica [3 ore]

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Vengono sviluppati alla lavagna, anche con la partecipazione diretta degli allievi, esempi di dimensionamento di apparecchiature e di progettazione degli impianti di trattamento illustrati a lezione; ciò anche ai fini della preparazione delle prove scritte di esame.

### **Bibliografia**

Poiché gli argomenti trattati a lezione sono contenuti in più di un testo, si consiglia l'uso delle fotocopie messe a disposizione all'inizio delle lezioni, integrate con gli appunti presi durante le lezioni stesse. Letture comunque consigliate sono:

- L. Masotti, *Depurazione delle acque: tecniche ed impianti per il trattamento delle acque di rifiuto*, Calderini, Bologna, 1987

- Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse*, McGraw-Hill Int. Eds. Civil Eng. Series, 3rd Edition, 1991

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

### **Presentazione del corso**

Il corso prevede la trattazione delle tematiche della compatibilità ambientale degli impianti produttivi e la descrizione dei processi e delle apparecchiature utilizzabili per la depurazione e lo smaltimento degli effluenti inquinanti.

### **Programma**

Compatibilità ambientale degli impianti produttivi e valutazione di impatto ambientale (4 ore).

EMISSIONI GASSOSE ( 20 ore)

Normativa

Ecotossicità ed effetti sulla salute dell'uomo.

Principali apparecchiature e processi per il trattamento del particolato solido e liquido e degli inquinanti gassosi.

INQUINAMENTO DELLE ACQUE ( 12 ore )

Normativa

Descrizione generale dei principali processi e relative apparecchiature per il trattamento di acque inquinate.

RIFIUTI SOLIDI ( 20 ore )

Normativa

Discariche controllate per rifiuti solidi.

Processo di compostaggio.

Incenerimento di rifiuti solidi.

## 3325C      **MACCHINE**

Periodo:	1,2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>da nominare</b>

---

### **Presentazione del corso**

Nel corso vengono esposti i principi necessari ad una corretta comprensione del funzionamento delle macchine.

### **Programma**

Introduzione e considerazioni generali sulle macchine motrici ed operatrici a fluido; principi fluidodinamici e termodinamici; trasformazioni ideali e reali nei condotti.

Turbine a vapore: semplici e multiple; ad azione e reazione; condensatori.

Turbine a gas.

Compressori a gas: turbocompressori; ventilatori; compressori volumetrici.

Macchine idrauliche: pompe volumetriche e centrifughe.

Cenni sui motori a combustione interna.

Periodo:	1,2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso tratta in via principale il finissaggio dei tessuti, con particolare riguardo a quelli lanieri. Sono anche illustrate le principali tecniche di controllo di prodotto e processo applicabili alla gestione della qualità tessile, incluso un riferimento alla moderna nozione di ingegneria della confezione.

### **Programma**

Tecnologia del finissaggio.

Richiami sulle proprietà fisiche e chimiche delle fibre di lana con particolare riferimento ai fenomeni di rilasciamento delle tensioni e/o stabilizzazione (setting)

Teoria e pratica dei trattamenti industriali di finissaggio umido e asciutto.

Cicli di finissaggio in relazione alle principali tipologie di articoli (rasati, follati, a pelo).

Finissaggio dei tessuti di cotone.

Metodi di controllo.

Finezza e lunghezza delle fibre: definizioni, metodi di misura, importanza tecnica.

Teoria strutturale dei filati e metodi di misura dell'irregolarità.

Stabilità dimensionale dei tessuti: definizioni, metodi di misura, influenza del finissaggio, problemi risultanti in confezione.

Comportamenti dei tessuti sottoposti a piccole deformazioni elastiche: rapporti con la scienza delle costruzioni e l'ingegneria della confezione. Metodi di misura Kes e Fast.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Sono comprese visite guidate a:

aziende di finissaggio

aziende meccanotessili

Istituto di ricerca laniera del CNR

### **Bibliografia**

M. Bona, Introduzione al finissaggio laniero, Paravia.

M. Bona, La qualità nel tessile, Paravia.

### **Esame**

1° accertamento: domande su argomenti svolti nella prima parte del corso

2° accertamento: domande e esercizi su argomenti svolti nella prima seconda del corso

## **3505C    TECNOLOGIE INDUSTRIALI TESSILI III**

Periodo:	3,4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>da nominare</b>

---

### ***Presentazione del corso***

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base sulla struttura, sulle caratteristiche dei tessuti a maglia, sui parametri di tessitura che vi influiscono, nonché sulla trasformazione dei tessuti in indumenti.

### ***Programma***

Il tessuto a maglia: struttura e classificazione; concetto di integrazione produttiva tra la formazione del tessuto e la costruzione dell'indumento a maglia (maglieria intima ed esterna, calze); le caratteristiche dimensionali e di comportamento, con particolare riferimento alla difettosità, al comfort e alle variazioni dimensionali.

Analisi delle caratteristiche strutturali come mezzo per modificare le caratteristiche dimensionali e di comportamento dei tessuti e degli indumenti a maglia. Gli strumenti della produzione: macchine e telai come sistemi. La formazione della maglia e i mezzi per la campionatura. Analisi in dettaglio della struttura dei tessuti a maglia e dei fenomeni connessi con l'immagliatura.

La progettazione degli indumenti. Il modello, le taglie, lo sviluppo delle taglie. Interazione tra le caratteristiche dei tessuti e quelle degli indumenti.

Piazzamento e taglio: minimizzazione dei consumi di tessuto.

L'assemblaggio dei capi. Le macchine per cucire e le unità di cucitura come sistemi.

Le operazioni finali del ciclo di confezione.

L'organizzazione del ciclo di confezione.

Periodo:	2,3,4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

**PROGRAMMA NON PERVENUTO.**

**Laboratori ed esercitazioni**

Sono previste varie giornate a  
scopo di tirocinio  
presso il laboratorio  
della facoltà di medicina del CNR

**Bibliografia**

- M. Dora, *Introduzione al linguaggio medico*, Firenze
- M. Dora, *La qualità del medico*, Padova

**Esame**

- 1° accertamento: domande su argomenti relativi alla prima parte del corso
- 2° accertamento: domande su argomenti relativi alla seconda parte del corso

CORSO DI STUDI **NUOVO ORDINAMENTO**

SEDE DI TORINO

# 01EGG ANALISI E SIMULAZIONE DEI PROCESSI CHIMICI (LAIS)

Periodo	1
Crediti	3
Prerequisiti obbligatori	Elementi introduttivi di Ingegneria di Processo, Termodinamica dell'Ingegneria Chimica
Obiettivi	da nominare

## Presentazione del corso

Strumenti basati sull'uso del computer giocano un ruolo centrale nella simulazione e ottimizzazione di processi dell'industria chimica. Il corso illustra i criteri e le metodologie per l'analisi di condizioni stazionarie e dinamiche di un processo, al fine di ottenere una visione globale e spaziale attuale di simulazioni di processi. L'obiettivo è di realizzare in grado l'allievo di:

- simulare le apparecchiature chimiche;
- realizzare schemi ed esercitazioni guidate al computer.

## CORSO DI STUDI IN INGEGNERIA CHIMICA SEDE DI TORINO

### Prerequisiti

Le lezioni impartite nei corsi di Analisi matematica, Chim. Introduttiva ed. Ingegneria, Ingegneria Chimica Fisica, Fenomeni di Trasporto, reattori.

### Programma

Modellazione fisica e matematica, Bilancio di materia e logica di programmi CAU  
- Analisi e stima delle proprietà fisico-chimiche e di trasporto  
- Modellazione di apparecchiature chimiche: reattori, colonne di distillazione, estrattori, installazioni  
- Sistemi di controllo  
- Simulazione di un processo complesso

### Laboratori ed esercitazioni

Esercitazioni a squadre e individuali, presso il LAIS, nelle quali lo studente viene guidato nella simulazione di apparecchiature e schemi di processi.

### Bibliografie

B. Wayne Bequette, Process Dynamics Modeling, Analysis and Simulation, Prentice Hall, 1996

Warren D. Seider, Daniel R. Lewin, J. D. Seader, Process Design Principles, Synthesis, Analysis, and Evaluation, John Wiley & Sons, 1998.

Dispense ed altro materiale fornito dal docente

### Controlli dell'apprendimento

Il livello di apprendimento potrà essere monitorato in continuo durante le esercitazioni.

### Esame

Simulazione di apparecchiature e semplici schemi di processo al computer.

# 01EQG ANALISI E SIMULAZIONE DEI PROCESSI CHIMICI (LAIB)

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	Elementi Introduttivi di Ingegneria di Processo, Termodinamica dell'Ingegneria Chimica
Docente:	da nominare

---

## **Presentazione del corso**

Strumenti basati sull'uso del computer giocano un ruolo centrale nella simulazione e ottimizzazione di processi dell'industria chimica. Il corso illustra i criteri e la metodologia per l'analisi in condizioni stazionarie e dinamiche di un processo; all'interno del corso viene dato ampio spazio all'uso di simulatori di processo. L'obiettivo è di rendere in grado l'allievo di interpretare uno schema di processo e di quantificarlo e dimensionare le apparecchiature principali usando un simulatore di processo. Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni guidate al computer.

## **Prerequisiti**

Le nozioni impartite nei corsi di Analisi matematica, Elem. Introduttivi Ing. processo, Separazioni Chimico Fisiche, Fenomeni di Trasporto, Reattori.

## **Programma**

Modellazione fisica e matematica. Bilanci di materia e logica di programmi CAD  
Calcolo e stima delle proprietà chimico-fisiche e di trasporto  
Simulazione di apparecchiature chimiche: reattori, colonne di distillazione, estrattori, cristallizzatori.  
Schemi di ricircolo.  
Simulazione di un processo completo.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni a squadre e individuali, presso il LAIB, nelle quali lo studente viene guidato nella simulazione di apparecchiature e schemi di processo.

## **Bibliografia**

B. Wayne Bequette, Process Dynamics: Modeling, Analysis and Simulation, Prentice Hall, 1998  
Warren D. Seider, Daniel R. Lewin, J. D. Seader, Process Design Principles: Synthesis, Analysis, and Evaluation, John Wiley & Sons, 1998.  
Dispense ed altro materiale fornito dal docente

## **Controlli dell'apprendimento**

Il livello di apprendimento potrà essere monitorato in continuo durante le esercitazioni.

## **Esame**

Simulazione di apparecchiature o semplici schemi di processo al computer.

# 11ACF ANALISI MATEMATICA I

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

## **Presentazione del corso**

Il corso ha lo scopo di introdurre gli strumenti basilari del calcolo differenziale e integrale per le funzioni reali di una variabile reale. Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni. Materiale didattico per il lavoro individuale sarà disponibile in rete: la correzione degli esercizi sarà effettuata settimanalmente sotto la guida di studenti coadiutori. Il docente è disponibile per consulenza secondo un orario che sarà reso noto all'inizio del corso.

## **Prerequisiti**

Algebra elementare ed equazioni algebriche, sistemi lineari, trigonometria, coordinate cartesiane del piano, rette, ellissi, parabole.

## **Programma**

Numeri e funzioni reali di variabile reale. Limiti e continuità. Derivate. Teoremi sulle funzioni continue e sulle funzioni derivabili. Formula di Taylor, infiniti e infinitesimi. Studi di funzione. Integrale definito e indefinito, teorema fondamentale del calcolo.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

esercitazioni svolte in aula

## **Bibliografia**

Materiale didattico preparato dal docente; l'eventuale testo di riferimento sarà indicato dal docente all'inizio del corso

## **Esame**

Scritto e orale.

## 09ACI ANALISI MATEMATICA II

Periodo:	4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	Analisi Matematica I e Istituzioni di Analisi e Geometria
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso ha per scopo l'introduzione dei principali strumenti del calcolo differenziale e integrale per le funzioni di più variabili reali (con particolare riferimento al caso delle funzioni di due variabili).

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni. Materiale didattico per il lavoro individuale sarà disponibile in rete: la correzione degli esercizi sarà effettuata settimanalmente sotto la guida di studenti coadiutori.

Il docente è disponibile per consulenza secondo un orario che sarà reso noto all'inizio del corso.

### **Prerequisiti**

Contenuti del corso di Analisi Matematica I e di Istituzioni di Analisi e Geometria

### **Programma**

Funzioni di più variabili, derivate parziali, derivata direzionale, gradiente, matrice jacobiana, divergenza, rotore. Estremi liberi per le funzioni di due variabili.

Integrali multipli e integrali curvilinei. Campi vettoriali conservativi.

Serie di potenze e serie di Fourier.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni svolte in aula

### **Bibliografia**

Materiale didattico preparato dal docente; l'eventuale testo di riferimento sarà indicato dal docente all'inizio del corso

### **Esame**

Scritto e orale.

## **02ADI      APPLICAZIONI INDUSTRIALI ELETTRICHE**

Periodo:	4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	Analisi matematica - Fisica
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Partendo da cognizioni di Fisica di base il corso porta l'allievo a comprendere il funzionamento delle principali applicazioni industriali dell'elettrotecnica.

Il corso è diviso in tre parti: elettrotecnica generale; macchine elettriche ed impianti elettrici industriali; è specializzato per allievi ingegneri che utilizzeranno sistemi elettrici industriali.

### **Prerequisiti**

Si richiedono conoscenze di analisi matematica; conoscenza dei numeri complessi e calcolo vettoriale; conoscenza di base delle leggi dell'elettromagnetismo.

### **Programma**

Studio di semplici circuiti elettrici in corrente continua. Metodi di risoluzione di circuiti elettrici. Studio di semplici circuiti elettrici in corrente alternata. Potenza apparente, attiva reattiva, rifasamento. Circuiti trifasi; tipi di connessione; potenza trifase (20 ore). Trasformatori monofasi e trifasi; funzionamento a vuoto ed in corto circuito; calcoli essenziali di funzionamento (10 ore). Macchine asincrone: campo magnetico rotante; convertitori statici di frequenza e calcoli essenziali di funzionamento (10 ore). Macchina sincrona: funzionamento e calcoli essenziali (5 ore). Macchina in corrente continua: funzionamento e calcoli essenziali (5 ore). Impianti elettrici industriali: schemi di massima gestione della sicurezza; implicanze normative e legislative (5 ore).

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni saranno svolte in aula correlate con le lezioni di cui costituiscono la naturale prosecuzione applicativa. Sono previste 5 ore di esercitazione in laboratorio.

### **Bibliografia**

"Elementi di elettrotecnica industriale" testo del Prof. G. Pessina in corso di pubblicazione.

### **Esame**

L'esame consiste in una prova scritta sugli argomenti trattati nel corso ed una prova orale.

Gli allievi risultati sufficienti, nelle due prove scritte di verifica programmate durante il corso, vengono esonerati dal sostenere la prova scritta d'esame.

## 02AHV CHIMICA I

Periodo:	1,2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### Programma

#### - LEGGI FONDAMENTALI E STRUTTURA DELL'ATOMO (10 ORE)

Concetti fondamentali e leggi della chimica

Modelli atomici e proprietà periodiche

#### - LEGAME CHIMICO (10 ORE)

Legame ionico, covalente, dativo

Ibridazione, risonanza

Forze intermolecolari

Legame metallico

#### - STATI DI AGGREGAZIONE DELLA MATERIA (10 ORE)

Gas ideali, equazione di stato, teoria cinetica. Gas reali

Liquidi, tensione di vapore

Solidi, raggi X, equazione di Bragg, strutture cristalline

#### - CARATTERISTICHE DELLE REAZIONI CHIMICHE (10 ORE)

Velocità di reazione e fattori influenzanti

Termochimica (calore di reazione, legge di Hess)

#### - EQUILIBRIO CHIMICO (10 ORE)

Legge di azione di massa, principio di Le Chatelier

Equilibri in soluzione acquosa, pH, prodotto di solubilità, idrolisi

#### - CENNI DI ELETTROCHIMICA (5 ORE)

Celle elettrolitiche e voltaiche

Potenziali di elettrodo e legge di Nernst

#### - COMPOSTI E REAZIONI DEI PRINCIPALI ELEMENTI CHIMICI (5 ORE)

## 02AHW CHIMICA II

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### Presentazione del corso

Il corso ha come scopo l'approfondimento della chimica organica mediante lo studio sistematico delle principali classi di composti (nomenclatura, struttura, proprietà fisiche e chimiche, fonti industriali, reazioni di preparazione e reazioni tipiche) e l'interpretazione razionale dei meccanismi di reazione (natura dei reagenti, intermedi, aspetti cinetici e termodinamici, stereochimica).

### Prerequisiti

È necessaria la conoscenza degli argomenti trattati nel corso di Chimica I.

### Programma

Struttura e proprietà delle molecole organiche: caratteristiche dei legami, relazioni tra struttura e proprietà, orbitali molecolari, ibridazione, risonanza. Isomeria strutturale. Stereoisomeria. Chiralità molecolare e attività ottica. Configurazione del carbonio chirale. Enantiomeri e diastereoisomeri. Miscele racemiche e reazioni dei composti chirali. Gruppi funzionali e classi di composti organici. Nomenclatura. [10 ore]

Alcani: isomeria conformazionale, proprietà fisiche, fonti, reazioni. Cicloalcani. [4 ore]

Alcheni: isomeria geometrica, stabilità, proprietà fisiche, fonti, metodi di preparazione. Idrogenazione e reazioni di addizione elettrofila. Ossidrilazione ed epossidazione, scissione ossidativa, ossosintesi, alogenazione radicalica. Dieni: struttura e stabilità, reazioni di addizione. Polimerizzazione per addizione di insaturi vinilici e dieni. Caratteristiche di polimeri ed elastomeri. [8 ore]

Alchini: struttura e proprietà, metodi di preparazione, reazioni di addizione, idrogenazione, idratazione. Acidità e acetiluri. [2 ore]

Areni: benzene, struttura e stabilità, aromaticità, nomenclatura derivati. Reazioni di sostituzione elettrofila aromatica: meccanismo e tipi di reazione, reattività ed orientamento nelle reazioni dei derivati monosostituiti e disostituiti del benzene. Areni: fonti, metodi di preparazione, alogenazione ed ossidazione. [5 ore]

Alogenoderivati: tipi, proprietà fisiche, metodi di preparazione. Reazioni di sostituzione nucleofila alchilica: meccanismi  $SN_2$  e  $SN_1$ , stereochimica, reattività, nucleofilia e basicità reagenti. Reazioni di eliminazione  $E_2$  e  $E_1$ , competitività con  $SN$ . [3 ore]

Alcoli, Fenoli, Eteri, Epossidi: Alcoli: nomenclatura, tipi, struttura, proprietà fisiche, fonti e metodi di preparazione. Dioli e glicerina. Acidità e nucleofilia, reazioni di sostituzione, eliminazione, ossidazione. Fenoli: tipi, proprietà, metodi di preparazione, acidità, reazioni tipiche. Eteri: tipi, metodi di preparazione, proprietà fisiche e chimiche. Epossidi: metodi di preparazione e reazioni di apertura dell'anello. [4 ore]

Aldeidi e Chetoni: struttura, proprietà fisiche, metodi di preparazione. Reazioni di addizione nucleofila al carbonile. Reazioni di ossidazione e di riduzione. Condensazione aldolica. [3 ore]

Carboidrati: struttura, proprietà e reazioni dei principali mono, di e polisaccaridi. [1 ora]

Acidi carbossilici: tipi, proprietà fisiche, metodi di preparazione, acidità. Derivati degli acidi e reazioni di sostituzione nucleofila acilica. Esteri: reazioni di preparazione e sostituzione. Poliammidi e poliesteri. [4 ore]

Ammine: struttura, tipi, proprietà fisiche, metodi di preparazione, basicità e reazioni tipiche. Sali di diazonio: reazioni di sostituzione e di copulazione. Amminoacidi e proteine: struttura e proprietà. [3 ore]

Metodi spettrofotometrici di indagine sulle sostanze organiche: spettrofotometria UV-VIS, IR, NMR. [3 ore]

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni in aula su problemi di chimica organica. [10 ore]

### **Bibliografia**

F. Ferrero, G. Malucelli, Appunti di Chimica Organica, Politeko, Torino, 2000.

C. Di Bello, Principi di Chimica Organica, Decibel-Zanichelli, Padova, 1993.

W.H. Brown, Introduzione alla chimica organica, EdiSES, Napoli, 1997.

### **Esame**

L'esame consta di una prova scritta e di una prova orale finale. La prova scritta deve essere superata con esito positivo per poter accedere all'orale.

# 01ARH ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE AZIENDALE

Periodo:	2
Crediti:	4
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare

---

## **Presentazione del corso**

Il corso svolge il duplice compito di inquadrare l'impresa nel contesto economico di appartenenza e di approfondire gli aspetti organizzativi e di gestione aziendale.

## **Programma**

- L'impresa e il sistema (1 credito)
- L'impresa e l'ambiente economico - sociale.
- Cenni sulle variabili macroeconomiche e i mercati.
- Le variabili che caratterizzano la gestione dell'impresa.
- La struttura organizzativa.
- I costi aziendali (1 credito)
- Definizione e classificazione.
- Valutazione, analisi e contabilità industriale.
- Cenni sul controllo di gestione.
- Il bilancio delle imprese (1 credito)
- Le finalità del bilancio.
- I prospetti di bilancio.
- Cenni di analisi di bilancio.
- Le decisioni di investimento (1 credito)
- I flussi di cassa e la loro attualizzazione.
- L'analisi per indici.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Analisi dei dati statistici dell'economia, casi di studio sull'organizzazione aziendale, esercizi sui costi, lettura del bilancio di un'impresa, applicazioni degli indici per l'analisi degli investimenti.

## **Bibliografia**

Materiale indicato dal docente e fornito durante il corso.

## **Esame**

Prova scritta e eventuale integrazione orale.

# 01EQF **EDUCAZIONE LINGUISTICA**

Periodo: 3  
Crediti: 2  
Precedenze obbligatorie: -  
Docente: **da nominare**

---

PROGRAMMA NON PERVENUTO.

## **02EMF ELEMENTI INTRODUTTIVI DI INGEGNERIA DEL PROCESSO**

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	Analisi Matematica I, Chimica, Fisica I
Docente:	da nominare

---

### ***Presentazione del corso***

Il corso ha come obiettivo di introdurre l'allievo nella problematica elementare dell'industria di processo, e di fargli apprendere le nozioni elementari di bilancio materiale e di bilancio di energia. Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni di calcolo, usando un metodo per il possibile induttivo - concetto elementare, applicazioni, generalizzazione del concetto -.

### ***Prerequisiti***

I concetti sviluppati nel corso di Chimica, derivate, integrali ed equazioni differenziali ordinarie.

### ***Programma***

Bilancio di materia generale e di un singolo componente. Bilancio di materia in sistemi reattivi. I° principio della termodinamica, energia interna, entalpia. Trasformazione dei gas, isoterme ed adiabatiche. Bilancio entalpico dei sistemi aperti. Bilancio generale dell'energia; equazione di Bernoulli per fluidi ideali e per fluidi reali, incomprimibili e comprimibili. Stato di equilibrio per sistemi reattivi e non.

### ***Laboratori e/o esercitazioni***

Applicazioni dei concetti sviluppati a problemi presi dall'industria di processo. Dopo discussione con il docente, esercitazione a gruppi su problemi assegnati.

### ***Bibliografia***

Dispense del docente

### ***Esame***

Esame scritto

## 02AWK FENOMENI DI TRASPORTO I

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	Elementi introduttivi di Ingegneria di Processo, Analisi Matematica I e II, Chimica, Fisica I
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso ha come obiettivo di far apprendere all'allievo i concetti elementari di trasporto tra fasi diverse di proprietà - quantità di moto, energia, materia - e di fornirgli i mezzi elementari per calcolare la velocità di trasporto. Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni di calcolo, usando un metodo per il possibile induttivo - concetto elementare, applicazioni, generalizzazione del concetto -.

### **Prerequisiti**

I concetti sviluppati nel corso di Elementi Introduttivi di Ingegneria di Processo, derivate, integrali ed equazioni differenziali ordinarie.

### **Programma**

Bilancio di quantità di moto. Statica dei fluidi. Regime laminare e turbolento. Viscosità e meccanismo molecolare di trasporto di quantità di moto; cenni al meccanismo turbolento. Cenni ai fluidi Non-Newtoniani. Bilancio dell'energia meccanica (richiamo); fattore di attrito in tubi; perdite localizzate di energia. Attrito di forma e velocità di caduta terminale di particelle; flusso in letti granulari. Modelli fluidodinamici: fase perfettamente agitata e modello di flusso a pistone. Trasporto molecolare di calore e cenni al meccanismo turbolento. Equazione cinetica di scambio di calore e coefficienti di scambio per convezione forzata, convezione libera, condensazione ed ebollizione. Trasporto di energia tra più fasi; resistenza controllante al trasporto di calore. Trasporto dell'energia radiante. Trasporto molecolare e turbolento di massa. Equazione cinetica di scambio di materia e coefficienti di scambio parziali e globali. per fluidi ideali.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Applicazioni dei concetti sviluppati a problemi presi dall'industria di processo. Dopo discussione con il docente, esercitazione a gruppi su problemi assegnati.

### **Bibliografia**

Dispense del docente.

Foust A.S. et al., I Principi delle Operazioni Unitarie, Ambrosiana, Milano, 1967

### **Esame**

Esame scritto.

## 07AXO FISICA I

Periodo:	3
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### Programma

- 1) Grandezze, unità di misura ed equazioni dimensionali [Cap. 1] ( 2 h)
- 2) Misure ripetute, errori statistici, sistematici e strumentali. Valore medio. Enunciato del teorema del limite centrale. Errore relativo e percentuale. Grandezze funzioni di altre grandezze misurate. Propagazione dell'errore (4 h) Esercizi: (2 h)
- 3) Cinematica: vettore posizione, vettore velocità e vettore accelerazione. Traiettoria, velocità tangente alla traiettoria, e modulo della velocità. Moto dei gravi sulla superficie terrestre.(4h) [Cap. 2.6, 2.7,2.8, 2.9] Esercizi (2h)
- 4) Moti in coordinate intrinseche e cilindriche. Moti rotatori (2h) [Cap. 2.12,2.13,2.14] Esercizi (2h)
- 5) Sistemi di riferimento in moto traslatorio ed esercizi (2h) [Cap. 3.1,3.2,3.3]
- 6) Dinamica del punto: definizione di massa, densità di massa e di forza. I 3 principi della dinamica del punto. (4h) [Cap.4.1,4.2,4.3,4.4,4.5,4.6]
- 7) Forza gravitazionale e forza coulombiana; accelerazione sulla superficie terrestre ed esercizi (2h) [Cap. 4.7]
- 8) Forza elastica: moti armonici. ed esercizi (4h) [Cap.4.12]
- 9) Forze di attrito dinamico, statico, viscoso; reazione vincolare ed esercizi(6h) [Cap. 5]
- 10) Tensione della fune: carrucole fisse e mobili ed esercizi (4h) [Cap. 4.12]
- 11) Quantità di moto, impulso e teorema dell'impulso ed esercizi(2h) [Cap 8.1, 8.2]
- 12) Lavoro, potenza, energia cinetica e teorema delle forze vive. ed esercizi (4h) [Cap. 8.3,8.4]
- 13) Energia potenziale della forza peso, della forza coulombiana, della forza costante, della forza elastica. Campi conservativi e conservazione dell'energia meccanica. ed esercizi (4h) [Cap. 8.5,8.6, 8.7].
- 14) Momento angolare e momento della forza. Teorema della variazione del momento angolare. Forze centrali. Energia potenziale di un campo centrale (4h). [Cap. 9.1,9.2, 9.3, 9.4] Esercizi. (4h)
- 15) Dinamica dei sistemi: quantità di moto, energia cinetica, energia potenziale, momento angolare di un sistema di punti. Densità di massa. Centro di massa, quantità di moto del centro di massa. Forze interne e forze esterne. I equazione cardinale della dinamica dei sistemi. (4h) [Cap.10.1, 10.2, 10.3,10.4]
- 16) Momento delle forze agenti su un sistema. Lavoro delle forze agenti su di un sistema. Il seconda equazione della dinamica dei sistemi. Teorema del lavoro per i sistemi. (2h) [Cap.10.5, 10.6]
- 17) Corpo rigido rotante attorno ad un asse fisso.. Velocità angolare Momento di inerzia e teorema di Huyghens Steiner. Momento assiale. Energia cinetica di un solido rotante attorno ad un asse fisso. Teorema di Koenig per le rotazioni attorno ad assi non fissi ma mobili con direzione fissa. (4h). [Cap. 12.1,12.2,12.3,12.4,12.5]. Esercizi (4h)

### Bibliografia

Libro di testo consigliato: S. Rosati, Fisica Generale, Vol. 1 (susceptibile di variazione)

## 06AXP    **FISICA II**

Periodo:	4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>da nominare</b>

---

### **Programma**

#### TERMODINAMICA

- 1) Termometria, dilatazione dei corpi, temperatura assoluta. [Cap. 20.1, 20.2, 20.3, 20.4, 20.5] Esercizi ( 2 h)
- 2) Calorimetria: equilibrio termico, passaggi di stato. Propagazione del calore: conducibilità interna ed esterna, irraggiamento. [Cap. 21] Esercizi: (4 h)
- 3) Trasformazioni termodinamiche reversibili ed irreversibili, piano di Clapeyron, trasformazioni adiabatiche, isocore, isobare ed isoterme. Lavoro della pressione su di un sistema termodinamico. (4h) [Cap. 22.] Esercizi (2h)
- 4) Equazione di stato dei gas perfetti e trasformazioni: lavoro nella trasformazione[Cap. 23] (2h). Esercizi (2h)
- 5) I principio della termodinamica: energia interna come funzione di stato [Cap. 26] (2h)
- 6) Applicazioni del I principio ai gas perfetti: calori specifici, relazione di Mayer, equazioni delle trasformazioni, ciclo di Carnot, rendimento. (4h).[Cap.27] Esercizi (2h)
- 7) Il II principio della termodinamica: equivalenza degli enunciati di Clausius e Kelvin, teorema di Carnot dei rendimenti. (2h)[ Cap. 28.1, 28.2, 28.3]

#### ELETTROSTATICA

- 8) Campo elettrico di una distribuzione di cariche: additività e principio di sovrapposizione. Potenziale elettrostatico. [Cap. 1.1,1.2,1.3,1.4] (4h)
- 9) Applicazioni di base: anelli, dischi, sfere uniformemente cariche. (4h) [Cap. 1.5]
- 10) Teorema di Gauss.(2h) [Cap. 6.1
- 11) Applicazioni alle distribuzioni più elementari, quali piano, sfera, cilindro cavo e pieno, uniformemente cariche (4h) [Cap. 6.2].
- 12) Applicazioni del teorema di Gauss ai conduttori: gabbia di Faraday. Capacità di un conduttore. Condensatori: definizione e proprietà, energia di un condensatore carico, forze tra le armature di un condensatore piano carico.(4h) [Cap. 6.3,6.4,6.7,6.8, 6.10,6.11] Esercizi (2h)

#### ELETTROMAGNETISMO

- 13) La corrente nei conduttori: legge di Ohm e densità di corrente. Effetto Joule Conservazione della carica nel regime stazionario [Cap. 3.1,3.2,3.3,4] (2h)
- 14) Cenni sul magnetismo naturale e dipoli magnetici.: campo magnetico di una calamita. Forza esercitata da un campo magnetico su di un filo percorso da corrente, Il legge di Laplace. (2h) [Cap. 7.1,7.2] Esercizi. (2h)
- 15) Campo di induzione magnetica generato da un filo percorso da corrente: Il legge di Laplace. Applicazioni: fili rettilinei infiniti e finiti, spire quadrate e circolari, solenoide (6h).[Cap. 7.3,7.4,7.5, 7.6]
- 16) Forza di Lorentz: applicazioni negli acceleratori di particelle, tubi catodici. [Cap. 7.7] Esercizi (4h)
- 17) Teorema di Ampere [Cap.7.8] Esercizi (2h)

- 18) Induzione elettromagnetica: flusso magnetico concatenato ad un circuito, legge di Faraday.(2h) [Cap.8.1]  
 19) Applicazioni della legge di Faraday: tachimetri, fornaci ad induzione, alternatori (4h) [Cap. 8.2,8.4,8.6]  
 20).Concetto di autoinduzione e di mutua induzione (2h) [Cap. 8.7,8.9]

## Bibliografia

- S. Rosati, Fisica Generale, Vol. 1 (susceptibile di variazione)  
 L. Lovitch-S. Rosati, Fisica Generale, Vol. 2 (susceptibile di variazione)

## **02AYU    FONDAMENTI DI CHIMICA INDUSTRIALE**

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	Chimica I, Chimica II, Chimica III, Elementi introduttivi di ing. di processo
Docente:	Giuseppe GOZZELINO

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di trasmettere i concetti scientifici e tecnologici che stanno alla base della produzione industriale ed è mirato ad individuare le tecnologie, le operazioni e i fattori di controllo che permettono lo sviluppo di processi chimici su scala industriale. Il programma sarà affiancato da esercitazioni sia in aula che in laboratorio sugli argomenti sviluppati nel corso.

### **Prerequisiti**

È richiesta una conoscenza della chimica di base ed organica e dei fondamenti dell'ingegneria di processo.

### **Programma**

Termodinamica delle reazioni chimiche.  
Relazioni PVT per fluidi ideali e reali.  
Valutazione di entalpia, entropia e energia libera dei composti chimici.  
Rese teoriche di trasformazione in fase gassosa in condizioni di equilibrio.  
Cinetica delle reazioni chimiche.  
Equazioni cinetiche per reazioni omogenee irreversibili, consecutive, a catena, reversibili.  
Catalisi omogenea ed eterogenea nei processi chimici.  
Cinetica chimica applicata ai reattori ideali.  
Processi chimici.  
Cenni sui reattori industriali e sulle tecnologie per la separazione dei prodotti di reazione.  
Aspetti tecnologici ed economici caratterizzanti l'industria chimica.  
Materie prime per i processi industriali.  
Prodotti finali dell'industria chimica.  
Cenni di sicurezza, igiene ambientale e legislazione nella produzione industriale chimica.  
Industria chimica inorganica  
Aspetti termodinamici, cinetici e tecnologici di processi industriali per l'ottenimento di prodotti organici e inorganici di base come gas di sintesi, idrogeno, idrocarburi, ammoniaca, acido solforico, acido nitrico...

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Sono previste esercitazioni numeriche su rese teoriche di processo, dimensionamento reattori ideali, valutazione delle rese in funzione delle condizioni di processo per i prodotti industriali inorganici presi in considerazione

## Bibliografia

Dispense fornite dal docente.

## Esame

Esame finale orale preceduto da prova scritta sulla soluzione numerica di problemi affrontati nel corso delle esercitazioni in aula.

## 03BCJ GEOMETRIA I

Periodo:	3
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	Istituzioni di Analisi e Geometria
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Scopo del corso è la presentazione dei principi fondamentali dell'algebra lineare e delle sue applicazioni allo studio della geometria.

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni. Materiale didattico per il lavoro individuale sarà disponibile in rete: la correzione degli esercizi sarà effettuata settimanalmente sotto la guida di studenti coadiutori.

Il docente è disponibile per consulenza secondo un orario che sarà reso noto all'inizio del corso.

### **Prerequisiti**

Contenuti del corso di Istituzioni di Analisi e Geometria.

### **Programma**

Applicazioni lineari, autovalori e autovettori, cambi di base e diagonalizzazioni.

Cambiamenti di riferimento e coniche

Geometria analitica nello spazio: piani e rette, angoli e distanze, sfere e circonferenze, curve e superficie nello spazio (coni, cilindri, superficie di rotazione), cenni sulle quadriche.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni svolte in aula.

### **Bibliografia**

Materiale didattico preparato dal docente; l'eventuale testo di riferimento sarà indicato dal docente all'inizio del corso.

### **Esame**

Scritto e orale.

# 03ECM INFORMATICA I

Periodo: 1,2  
Crediti: 5  
Precedenze obbligatorie: -  
Docente: da nominare

---

PROGRAMMA NON PERVENUTO.

Presentazione del corso  
Scopo del corso è la presentazione dei principi fondamentali dell'algebra lineare e delle sue applicazioni allo studio della geometria.  
Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni. Materiale didattico per il lavoro individuale è a sua disposizione in text in coerenza degli esercizi sono elaborati settimanalmente sotto la guida di studenti conduttori.  
Il docente è disponibile per consulenza secondo un orario che sarà reso noto all'inizio del corso.

Prerequisiti  
Contenuti del corso di Informatica di Analisi e Geometria.

Programma  
Applicazioni lineari, autovalori e autovettori, cambi di base e diagonalizzazione.  
Cambiamenti di riferimento e coordinate.  
Geometria analitica nello spazio piano e nello spazio: rette e circonferenze, curve e superficie nello spazio (con cilindri, superfici di rotazione), conati sulle direzioni.

Esercizi ed esercitazioni  
Esercizi svolti in aula.

Bibliografia  
Materiale didattico preparato dal docente; l'eventuale testo di riferimento sarà indicato dal docente all'inizio del corso.

Esame  
Orale e scritto.

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	Analisi Matematica I
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso fornisce le prime applicazioni del calcolo differenziale e integrale: in particolare, vengono trattate le equazioni differenziali di primo e secondo ordine. Il corso fornisce inoltre i primi elementi di geometria, in particolare quelli che saranno utilizzati nei successivi corsi di Fisica.

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni. Materiale didattico per il lavoro individuale sarà disponibile in rete: la correzione degli esercizi sarà effettuata settimanalmente sotto la guida di studenti coadiutori.

Il docente è disponibile per consulenza secondo un orario che sarà reso noto all'inizio del corso.

### **Prerequisiti**

Contenuti del corso di Analisi Matematica I.

### **Programma**

Coordinate polari.

Numeri complessi, equazioni differenziali del primo ordine e del secondo ordine lineari.

Vettori del piano e dello spazio.

Spazi vettoriali di dimensione finita.

Matrici e determinanti.

Sistemi lineari.

Geometria analitica del piano: rappresentazione della retta, angoli e distanze, circonferenza.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni svolte in aula.

### **Bibliografia**

Materiale didattico preparato dal docente; l'eventuale testo di riferimento sarà indicato dal docente all'inizio del corso.

### **Esame**

Scritto e orale.

# 02EBR    LABORATORIO DI INGEGNERIA CHIMICA

Periodo:	4	2	Periodo
Crediti:	2	2	Crediti
Precedenze obbligatorie:	-	-	Precedenze obbligatorie
Docente:	da nominare	da nominare	Docente

---

PROGRAMMA NON PERVENUTO.

Il corso ha lo scopo di fornire allo studente le conoscenze e le abilità necessarie per affrontare i problemi di ingegneria chimica. Il corso è articolato in tre parti: la prima tratta della chimica generale, la seconda della chimica organica e la terza della chimica analitica. Il corso è tenuto dal Prof. Dr. ...

Prerequisiti: Chimica Generale, Fisica, Matematica I.

Programma: Chimica Generale, Chimica Organica, Chimica Analitica. Il corso è tenuto dal Prof. Dr. ...

Laboratori e esercitazioni: Il corso è tenuto dal Prof. Dr. ...

Bibliografia: Chimica Generale, Chimica Organica, Chimica Analitica. Il corso è tenuto dal Prof. Dr. ...

Esame: Scritto e orale. Il corso è tenuto dal Prof. Dr. ...

## 04BNI      **MACCHINE**

Periodo:	3
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>da nominare</b>

---

### **Presentazione del corso**

Nel corso verranno esposti i principi termodinamici e fluidodinamici necessari ad una corretta comprensione del funzionamento delle macchine a fluido. Viene poi sviluppata l'analisi del funzionamento dei vari tipi di macchine di più comune impiego negli impianti chimici, per preparare l'allievo ad essere, nella sua futura attività professionale, un utilizzatore attento ai vari aspetti, dalla scelta, alla regolazione, a quello energetico. A questo scopo viene dato lo spazio necessario ai problemi di scelta, di installazione, di regolazione sia in sede di lezione, sia in sede di esercitazioni, dove vengono semplificate le necessarie calcolazioni.

### **Prerequisiti**

Oltre alle conoscenze di base di carattere matematico e fisico, sono necessari i concetti di termodinamica generale contenuti nel corso di "Termodinamica dell'ingegneria chimica", e di meccanica contenuti nel corso di "Meccanica Applicata".

### **Programma**

Richiami di termodinamica e elementi di fluidodinamica; scambio di lavoro tra superfici mobili e fluido; le turbomacchine e la similitudine (6 ore)

Evoluzioni ideali e reali di fluidi compressibili e incompressibili; analisi del moto dei fluidi nei condotti (ugelli) (6ore)

Cicli e impianti a vapore semplici, a ricupero per produz. di energia e calore, ad accumulo. La regolazione (7 ore)

Compressori di gas. I turbocompressori; funzionamento anche con fluidi diversi e diagrammi caratteristici. Problemi di installazione; regolazione. I ventilatori. (7 ore)

Compressori volumetrici alternativi e rotativi; funzionamento; regolazione; campo di impiego. (7 ore)

Macchine idrauliche. Le pompe centrifughe. Campi di impiego. Caratteristiche di funzionamento; problemi di scelta e di installazione. La cavitazione. Le pompe volumetriche; campi di impiego; problemi di installazione. (7 ore)

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Esempi di applicazione del I° Principio alle trasformazioni di interesse nelle macchine. Uso dei diagrammi termodinamici (Mollier); esercizi sugli ugelli in condizioni subsoniche e in condizioni critiche con gas e vapore. Bilanci di energia negli impianti a vapore, semplici, rigenerativi, a ricupero totale e parziale. Esercizi sulla regolazione degli impianti a vapore a condensazione ed a ricupero. Esercizi sui turbocompressori: utilizzazione dei concetti di similitudine anche per l'impiego con fluidi diversi; calcoli e scelte per la regolazione. Esercizi sui compressori volumetrici alternativi e rotativi; calcoli e scelte per la regolazione. Esercizi sulle pompe: problemi di scelta, di installazione e di regolazione. Esempi di verifica delle condizioni di cavitazione (NPSH).

## Bibliografia

A.Capetti, Motori Termici, Utet, Torino, 1967

A.Capetti, Compressori di gas, Levrotto & Bella, Torino, 1970

A.Beccari, Macchine, Clut, Torino, 1980

A.E.Catania, Complementi ed esercizi di Macchine, Levrotto & Bella Torino, 1979

Andriano-Badami-Campanaro, Appunti di Macchine, DENER, 1999

## Esame

L'esame prevede una prova scritta della durata di circa 2 ore ed una prova orale di circa 40 minuti. Nella prova scritta, durante la quale possono essere tenuti e consultati testi o appunti, viene richiesto lo svolgimento di esercizi riguardanti argomenti vari del corso trattati anche nelle esercitazioni. Il risultato della prova scritta non preclude l'orale. La prova scritta viene effettuata nel giorno e ora previsto nel calendario ufficiale degli appelli.

## 06BOS MECCANICA APPLICATA

Periodo:	1,2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso è articolato indicativamente in trenta ore di lezione e trenta ore di esercitazione in aula o in laboratorio didattico.

Scopo del corso è fornire gli strumenti necessari per la conoscenza, l'identificazione e la modellazione dei fenomeni meccanici fondamentali, dei componenti e dei sistemi meccanici.

### **Prerequisiti**

È richiesta la conoscenza dei contenuti dei corsi di Analisi Matematica e di Fisica.

### **Programma**

**CINEMATICA DEI MECCANISMI PIANI:** cinematica del corpo rigido, accoppiamenti tra corpi rigidi (coppia prismatica, coppia rotoidale, coppia a camma, coppia elicoidale), gradi di libertà, cinematica dei moti relativi, analisi cinematica di meccanismi articolati. (5 ore)

**FORZE NEI SISTEMI MECCANICI:** classificazione delle forze; reazioni vincolari, forze elastiche, forze viscosse; attrito: attrito radente, attrito volvente e relativi modelli fisici; equilibrio di un sistema meccanico. (4 ore)

**DINAMICA DEL CORPO RIGIDO NEL PIANO:** geometria delle masse, riduzione delle azioni d'inerzia, equazioni cardinali, lavoro ed energia, applicazioni a sistemi meccanici. (4 ore)

**SISTEMI VIBRANTI A UN GRADO DI LIBERTÀ:** vibrazioni libere senza e con smorzamento, vibrazioni forzate con forzante periodica senza e con smorzamento. (4 ore)

**DISPOSITIVI MECCANICI AD ATTRITO:** ipotesi dell'usura, freni a pattino, freni a tamburo (modelli a forze concentrate), freni a disco, freni a nastro, frizioni, analisi dinamica di sistemi frenanti e di sistemi con innesto a frizione. (6 ore)

**COMPONENTI PER LA TRASMISSIONE DEL MOTO:** giunti, flessibili, ruote dentate, rotismi ordinari ed epicicloidali, sistema vite-madrevite, supporti (a strisciamento, volventi e lubrificati); analisi dinamica di accoppiamenti motore-utilizzatore variamente interconnessi. (7 ore)

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni in aula consistono nella risoluzione di esercizi riguardanti gli argomenti trattati nel corso.

Si prevede inoltre di svolgere alcune esercitazioni di laboratorio su banchi didattici sperimentali e al Laboratorio Informatico.

### **Bibliografia**

C. Ferraresi, T. Raparelli, "Meccanica Applicata", Ed. CLUT, Torino, 1997.

G. Belforte, "Meccanica Applicata alle Macchine", Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1997.  
G. Jacazio, S. Pastorelli, "Meccanica Applicata alle Macchine", Ed. Levrotto & Bella, Torino, in stampa.  
J.M. Meriam, L.G. Kraige, "Engineering Mechanics", Voll. 1-2, S.I. version, Wiley, N.Y., 1993.

## Esame

Compatibilmente con il numero di allievi e con la collocazione nel periodo didattico, sono previsti accertamenti in itinere in forma scritta, oppure un esame finale in forma orale o scritta.

## 02ELU OPERAZIONI UNITARIE FISICHE

Periodo:	3,4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	Termodinamica per l'ingegneria chimica, Fenomeni di trasporto I, Separazioni chimico-fisiche
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

L'insegnamento fornisce i criteri di progettazione di alcuni gruppi di apparecchiature di frequente impiego nell'industria chimica, dedicando particolare attenzione al loro inserimento nell'impianto produttivo.

### **Prerequisiti**

Termodinamica per l'ingegneria chimica, Fenomeni di trasporto I, Separazioni chimico-fisiche

### **Programma**

I - Meccanismi di trasferimento del calore e principali correlazioni per il calcolo dei coefficienti di scambio termico (richiami). Criteri di progettazione e particolari costruttivi degli scambiatori a tubi coassiali ed a fascio tubiero. Normalizzazione e scelta dei materiali. Scambiatori a piastre ed altri tipi meno convenzionali. Condensatori. (15 ore).

II - Criteri di progettazione e particolari costruttivi degli evaporatori. Termocompressione. Impianti di concentrazione a multipli effetti. (5 ore).

III - La cristallizzazione: nucleazione primaria e secondaria, accrescimento dei cristalli; condizioni di metastabilità delle soluzioni sovrassature; individuazione delle condizioni operative ottimali in relazione al tipo di apparecchiatura. Geometrie interne dei cristallizzatori ed altri particolari costruttivi. Impianti di cristallizzazione. (4 ore)

IV - L'essiccamento: umidità assoluta e relativa dell'aria, temperatura del bulbo umido, saturazione, entalpia dell'aria umida. Diagramma psicrometrico e descrizione delle principali modalità operative. Criteri di progettazione e particolari costruttivi dei principali tipi di essiccatori: a piani, a tamburo rotante, a letto fluidizzato, a spruzzo ed a superficie calda. (6 ore)

V - Agitazione e miscelazione di sistemi omogenei ed eterogenei con particolare riferimento ai reattori agitati multifasici. Reattori solido-liquido: geometria degli apparecchi, tipi di agitatore, velocità minima dell'agitatore per la sospensione completa del solido, profili di concentrazione. Reattori gas-liquido: geometria degli apparecchi, tipi di agitatore e di gorgogliatore, velocità minima dell'agitatore per la dispersione completa del gas. Scambio di calore e di materia nei reattori agitati multifasici. (6 ore)

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Consistono nello studio preliminare di linee di lavorazione di un impianto chimico, basato sul progetto di massima delle apparecchiature principali e sulla successiva elaborazione di una proposta di disposizione e di allacciamento. L'esercitazione è svolta da squadre di 3-4 studenti. Nell'attività in aula gli studenti sono assistiti da un docente ogni 7-8 squadre. (24 ore)

## Bibliografia

- J.M. Coulson e J.F. Richardson, "Chemical Engineering", Vol. 2, Unit Operations, Pergamon Press, Oxford, 1968  
E.E. Ludwig, "Applied process design for chemical and petrochemical plants", Gulf Publ., Houston, 1977  
D.Q. Kern, "Process heat transfer", McGraw-Hill, New York, 1950

## Esame

Gli esami consistono in una prova orale il cui risultato viene integrato con quello dell'esercitazione svolta in aula (la cui validità è illimitata).

## 02CDD REATTORI CHIMICI

Periodo:	3
Crediti:	4
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

L'obiettivo formativo consiste nel fornire agli allievi le nozioni e gli strumenti essenziali per il progetto e la gestione dei reattori chimici.

Il corso si articola in lezioni teoriche ed esercitazioni nelle quali si procederà al dimensionamento di reattori chimici e all'identificazione delle condizioni ottimali di esercizio. È prevista la possibilità, per gli allievi che lo desiderino, di svolgere lavori monografici che contribuiranno alla valutazione finale di profitto.

### **Prerequisiti**

È necessaria la conoscenza degli argomenti trattati nel corso "Elementi introduttivi di ingegneria chimica"

### **Programma**

Definizione delle grandezze fondamentali (4 ore):

- conversione
- equazioni cinetiche
- resa e selettività

Funzioni distributive dei tempi di permanenza (6 ore)

- modelli ideali di flusso (sistema perfettamente miscelato, flusso a pistone)
- modelli fluidodinamici con dispersione assiale e zone stagnanti
- identificazione dei parametri fluidodinamici (traccianti, analisi delle curve di risposta dinamica)

Reattori ideali omogenei ed isotermi (8 ore):

- reattore discontinuo miscelato
- reattore continuo miscelato
- reattore continuo tubolare con flusso a pistone
- selettività in reattori ideali

Reattori ideali non isotermi (8 ore):

- reattore perfettamente miscelato autotermico
- reattore tubolare adiabatico e con scambio termico

Problematiche di sicurezza nella gestione di reattori chimici (4 ore):

- processi chimici incontrollati (runaway reactions)
- manipolazione di reagenti e prodotti tossici od infiammabili

### **Laboratori e/o esercitazioni**

- Dimensionamento di massima di reattori chimici omogenei per processi con cinetica semplice
- Identificazione dei parametri fluidodinamici
- Calcolo della selettività in reattori chimici con processi a cinetica complessa
- Profili assiali di temperatura in reattori continui con processi esotermici

## Bibliografia

Supporto didattico. Testi ausiliari:

K.R. Westerterp et al. - Chemical reactors design and operation

O. Levenspiel - Chemical Reaction Engineering III Ed.

H. S Fogler - Elements of Chemical Reaction Engineering III Ed.

## Esame

Prova scritta.

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	Franco ALGOSTINO

### Presentazione del corso

Il corso pone le basi per lo studio del corpo deformabile. Imposta il problema del corpo elastico e presenta la soluzione del problema di Saint Venant. Vengono studiate principalmente strutture monodimensionali (travi e sistemi di travi). Affronta inoltre il problema dell'instabilità e della non linearità, con trattazione della teoria di Eulero. Il docente riceve tutte le mattine.

### Prerequisiti

Statica nel piano e nello spazio, geometria delle aree, analisi matematica, calcolo numerico.

### Programma

**IL CORPO DEFORMABILE:** Analisi dello stato di tensione: equazioni indefinite di equilibrio, componenti del tensore di tensione nel riferimento cartesiano ortogonale, tensioni principali. Analisi dello stato di deformazione: deduzione delle componenti del tensore di deformazione in un riferimento cartesiano ortogonale, deformazioni principali. Equazione dei lavori virtuali: applicazione al corpo deformabile. Leggi costitutive del materiale: il corpo elastico, la legge di Hooke, il corpo isotropo, tensioni ideali e limiti di resistenza. (10 ore)

**TRAVI E TRAVATURE:** Travature piane caricate nel loro piano e trasversalmente. Travature spaziali. Calcolo delle sollecitazioni e degli spostamenti in travature isostatice ed iperstatiche. (10 ore)

**TEORIA DELLE TRAVI:** Il solido di St.Venant. Sforzo normale e flessione deviata. Taglio: teoria approssimata. Torsione: sezione circolare, sezione cava e sezione sottile aperta. (10 ore)

**STRUTTURE DIVERSE:** Sollecitazioni in un tubo in pressione. Cenni alle soluzioni membranali nel guscio assialsimmetrico (serbatoio in pressione) (4 ore)

**FENOMENI DI INSTABILITÀ:** L'asta caricata di punta, teoria di Eulero. L'asta oltre il limite elastico. Cenni ad altri fenomeni di instabilità (instabilità torsionale, tubo soggetto a pressione esterna) (4 ore)

### Laboratori e/o esercitazioni

Nelle esercitazioni gli allievi vengono assistiti nella soluzione di problemi relativi agli argomenti trattati a lezione e nella risoluzione di esempi concreti in ambito strutturale. (18 ore)

Sono previste alcune prove di laboratorio ed una visita a strutture esistenti. (4 ore)

### Bibliografia

F.Algostino G.Faraggiana A.Sassi, Scienza delle costruzioni Vol. 1° e 2°, UTET  
F.Algostino G.Faraggiana, Scienza delle costruzioni esercizi (in preparazione).

### Esame

Prova scritta e orale.

## 02ELT    SEPARAZIONI CHIMICO-FISICHE

Periodo:	3,4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

L'insegnamento intende illustrare i principali metodi di calcolo utilizzati per la progettazione e la verifica delle apparecchiature comunemente impiegate per le operazioni di separazione chimico fisiche nell'industria di processo.

### **Prerequisiti**

Elementi Introduttivi di Ingegneria Chimica, Termodinamica per l'ingegneria Chimica, Fenomeni di Trasporto.

### **Programma**

Progetto di apparecchiature di separazione chimico fisiche

Colonne a piatti e colonne a riempimento. Concetto di stadio di equilibrio. Schemi a stadi multipli a correnti incrociate, in controcorrente, in controcorrente con riflusso. Procedure di risoluzione grafiche ed analitiche. [10 ore].

Absorbimento gas-liquido

Colonne a piatti: trasferimento di un solo componente, miscele diluite (metodi grafici ed analitici). Colonne a riempimento: regimi fluidodinamici e perdite di carico, equazioni di progetto e calcolo con metodi grafici ed analitici (trasferimento di un solo componente, soluzioni diluite). [8 ore].

Distillazione

Distillazione continua in colonne a piatti: metodo di Ponchon Savarit, metodo di McCabe e Thiele, metodo di Fenske Gilliland (analitico semplificato). Colonne con piú alimentazioni. Distillazione multicomponenti (metodi semplificati). Distillazione discontinua. [14 ore]

Estrazione liquido - liquido e lisciviazione

Apparecchiature di estrazione. Calcolo con diagrammi triangolari: contro-corrente. Apparecchiature di lisciviazione. Equilibrio pratico e calcolo con uno schema a correnti incrociate (metodi grafici e analitici). [8 ore].

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Calcoli di progetto e di verifica di apparecchiature di separazione.

### **Bibliografia**

- Unit operations of chemical engineering / Warren L. McCabe, Julian C. Smith, Peter Harriott. - 5th ed.. - New York: McGraw- Hill, copyr. 1993- (McGraw- Hill chemical engineering series)
- Mass- transfer operations / Robert E. Treybal. - 3rd ed.. - Auckland: McGraw- Hill, copyr. 1981 - (McGraw- Hill chemical engineering series)
- Operazioni unitarie di impianti chimici: vol. 1 / Giuseppe Biardi, Sauro Pierucci. - Milano: CLUP, 1984.

### **Esame**

L'esame consiste in una prova scritta ed in una prova orale (per accedere alla prova orale e necessario il superamento della prova scritta).

## 02EME SISTEMI ECONOMICI ED ORGANIZZAZIONE DI IMPRESA

Periodo:	3,4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	Antonio ABATE

---

### **Presentazione del corso**

Il corso svolge il duplice compito di inquadrare l'impresa nel contesto economico di appartenenza e di approfondire gli aspetti organizzativi e di gestione aziendale.

### **Programma**

Il sistema economico (1 credito):

Le variabili macroeconomiche e la contabilità nazionale.

La domanda, l'offerta e le forme di mercato.

L'impresa (1 credito)

Le variabili che caratterizzano la gestione dell'impresa.

La struttura organizzativa.

I costi aziendali (1 credito)

Definizione e classificazione.

Valutazione, analisi e contabilità industriale.

Cenni sul controllo di gestione.

Il bilancio delle imprese (1 credito)

Le finalità del bilancio.

I prospetti di bilancio.

Cenni di analisi di bilancio.

Le decisioni di investimento (1 credito)

I flussi di cassa e la loro attualizzazione.

L'analisi per indici.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Analisi dei dati statistici dell'economia, casi di studio sull'organizzazione aziendale, esercizi sui costi, lettura del bilancio di un'impresa, applicazioni degli indici per l'analisi degli investimenti.

### **Bibliografia**

Materiale indicato dal docente e fornito durante il corso.

### **Esame**

Prova scritta e eventuale integrazione orale.

Periodo:	1,2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso ha lo scopo di fornire i concetti e le nozioni di base per lo studio delle reazioni e dei processi chimici. Una prima parte del corso riguarderà la trattazione generale della termodinamica, cui seguirà lo studio delle condizioni di equilibrio dei sistemi chimici. Saranno presi in considerazione sistemi omogenei e sistemi eterogenei e verrà affrontato il calcolo del lavoro delle reazioni chimiche ed elettrochimiche. I sistemi elettrochimici saranno discussi anche in relazione alle problematiche della conversione elettrochimica dell'energia.

Gli obiettivi formativi sono:

- La capacità di impostare ed eseguire il calcolo del lavoro e del calore nella evoluzione di un sistema con e senza reazione chimica e conseguente analisi del bilancio energetico.
- Saper eseguire il calcolo delle condizioni di equilibrio per un sistema ideale con e senza reazione chimica.
- Conoscere, in termini generali, il comportamento di un sistema reale per valutarne lo scostamento dall'idealità.
- Saper affrontare i problemi della conversione dell'energia chimica in energia elettrica attraverso il confronto delle caratteristiche e delle prestazioni dei più importanti sistemi elettrochimici.

### **Prerequisiti**

È necessaria la conoscenza degli argomenti trattati nei corsi di Chimica e Fisica.

### **Programma**

- Termodinamica generale. [6 ore]

Le leggi della termodinamica generale, i potenziali termodinamici, le equazioni fondamentali (Gibbs, Helmholtz, Clapeyron), i bilanci energetici, l'equilibrio chimico e l'equilibrio elettrochimico.

- Termochimica. [2 ore]

La legge di Hess, i bilanci entalpici, calori di soluzione, calcolo completo del calore di reazione.

- Sistemi omogenei quasi perfetti. [6 ore]

Il calcolo dell'entropia, del lavoro di una reazione e delle condizioni di equilibrio, le equazioni di Van't Hoff, di Helmholtz e di Planck, gli equilibri bifasici, gli equilibri di membrana.

- Applicazioni a casi pratici. [4 ore]

Il calcolo del potere ossidante e riducente di una miscela gassosa.

- Sistemi reali. [6 ore]

I sistemi reali, la fugacità e l'attività.

- Sistemi plurifasici. [4 ore]

La legge delle fasi, le regole per il tracciamento dei diagrammi di fase, diagrammi unari, binari, ternari e ad n componenti.

- Sistemi dispersi. [4 ore]

Leggi dell'adsorbimento, adsorbimento fisico di gas su solidi.

- Le interfasi elettrizzate. [4 ore]

Richiami della teoria elementare degli elettroliti, cenni alla teoria di Debye-Hückel, fenomeni elettrocinetici, applicazioni delle misure di conducibilità.

- Termodinamica elettrochimica. [4 ore]

I potenziali di elettrodo, loro misura, i potenziali di membrana, i potenziali di diffusione, Potenziometria.

- Conversione dell'energia. [2 ore]

I generatori primari e secondari, loro caratteristiche, elettrodi per generatori, le pile a combustibile.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Verranno svolti esercizi di applicazione degli argomenti sviluppati durante il corso, con particolare riferimento a sistemi e processi di interesse pratico.

### **Bibliografia**

M. Maja, Termodinamica per l'ingegneria chimica. Vol. I-V, Levrotto & Bella, Torino.

P.W. Atkins, Chimica fisica, Zanichelli.

M.W. Zemansky, Termodinamica per ingegneri, Zanichelli.

### **Esame**

L'esame comprende una prova scritta ed una orale. La prova scritta consiste nello svolgimento di esercizi simili a quelli sviluppati nel corso delle esercitazioni. Per essere ammessi alla prova orale è necessario avere superato quella scritta.

## 01ADI APPLICAZIONI INDUSTRIALI ELETTRICHE

Pagine:	2
Crediti:	5
Prerequisiti obbligatori:	Analisi matematica - Fisica
Docente:	da nominare

---

### Presentazione del corso

Scorrendo da concetti di Fisica di base il corso porta l'allievo a comprendere l'attuale momento delle principali applicazioni industriali dell'elettrotecnica.

Il corso è diviso in tre parti: elettrotecnica generale, elettrotecnica elettrica ed impianti elettrici industriali e specializzato per alcuni impianti che utilizzano sistemi elettrici industriali.

### Prerequisiti

La richiesta pregressiva di analisi matematica, conoscenza delle relazioni fondamentali e delle leggi dell'elettromagnetismo.

### Programma

Studio di semplici circuiti elettrici in corrente continua. Metodi di risoluzione di circuiti resistivi. Studio di semplici circuiti elettrici in corrente alternata. Potenza apparente, potenza reattiva, rifasamento. Circuiti trifase tipi di connessione; potenza trifase (20 ore). Trasformatore monofase e trifase; funzionamento a vuoto ed in carico; circuiti equivalenti di funzionamento (12 ore). Macchine asincrone: coppia meccanica e magnetica; convertitori statici di frequenza e calcoli essenziali di funzionamento (10 ore). Macchine sincrona: funzionamento e calcoli essenziali (5 ore). Macchine in corrente continua; funzionamento e calcoli essenziali (5 ore). Impianti elettrici industriali: aspetti di sicurezza, gestione della sicurezza, impianti e normative (10 ore).

### Laboratori ed esercitazioni

Le esercitazioni saranno svolte in aula correlate con le lezioni di cui costituiscono la normale prosecuzione applicativa. Sono previste 5 ore di esercitazioni in laboratorio.

### Bibliografia

"Manuale di elettrotecnica industriale" testo del Prof. G. Passina in corso di pubblicazione.

### Esame

Esame consistente in una prova scritta sugli argomenti trattati nel corso ed una prova orale.

Si ritiene ritenuti sufficienti, nelle due prove scritte di verifica programmate durante il corso, i ragazzi considerati dal sostenere la prova scritta d'esame.

# 01ADI    **APPLICAZIONI INDUSTRIALI ELETTRICHE**

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	Analisi matematica - Fisica
Docente:	<b>da nominare</b>

---

## **Presentazione del corso**

Partendo da cognizioni di Fisica di base il corso porta l'allievo a comprendere il funzionamento delle principali applicazioni industriali dell'elettrotecnica.

Il corso è diviso in tre parti: elettrotecnica generale; macchine elettriche ed impianti elettrici industriali; è specializzato per allievi ingegneri che utilizzeranno sistemi elettrici industriali.

## **Prerequisiti**

Si richiedono conoscenze di analisi matematica; conoscenza dei numeri complessi e calcolo vettoriale; conoscenza di base delle leggi dell'elettromagnetismo.

## **Programma**

Studio di semplici circuiti elettrici in corrente continua. Metodi di risoluzione di circuiti elettrici. Studio di semplici circuiti elettrici in corrente alternata. Potenza apparente, attiva reattiva, rifasamento. Circuiti trifasi; tipi di connessione; potenza trifase (20 ore). Trasformatori monofasi e trifasi; funzionamento a vuoto ed in corto circuito; calcoli essenziali di funzionamento (10 ore). Macchine asincrone: campo magnetico rotante; convertitori statici di frequenza e calcoli essenziali di funzionamento (10 ore). Macchina sincrona: funzionamento e calcoli essenziali (5 ore). Macchina in corrente continua: funzionamento e calcoli essenziali (5 ore). Impianti elettrici industriali: schemi di massima gestione della sicurezza; implicanze normative e legislative (5 ore).

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni saranno svolte in aula correlate con le lezioni di cui costituiscono la naturale prosecuzione applicativa. Sono previste 5 ore di esercitazione in laboratorio.

## **Bibliografia**

"Elementi di elettrotecnica industriale" testo del Prof. G. Pessina in corso di pubblicazione.

## **Esame**

L'esame consiste in una prova scritta sugli argomenti trattati nel corso ed una prova orale.

Gli allievi risultati sufficienti, nelle due prove scritte di verifica programmate durante il corso, vengono esonerati dal sostenere la prova scritta d'esame.

Periodo:	4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	<b>Claudio TONIN</b> (Scienza dei materiali e ing. chimica)

---

### **Presentazione del corso**

Il corso ha come tema lo studio delle proprietà e dei processi di fabbricazione delle fibre tessili e delle principali sostanze ausiliarie utilizzate nell'industria tessile. I processi sono analizzati mettendo in evidenza i principi di base, l'influenza dei parametri di processo e gli aspetti descrittivi delle varie tecnologie. Viene anche trattato sommariamente il macchinario utilizzato nelle operazioni di nobilitazione tessile.

### **Programma**

Fibre tessili.

Struttura dei polimeri fibrosi e relazioni tra struttura e proprietà. Proprietà morfologiche, fisiche e chimiche. Reazione al fuoco. Principi della filatura chimica. Fibre naturali proteiche e cellulose. Tecnofibre da polimeri naturali: viscosa, newcell, cupro e acetato. Fibre sintetiche: poliammidiche, poliestere, acriliche, cloroviniliche, poliolefine, elastomeriche. Fibre per applicazioni speciali (arammidiche, minerali ecc.).

Processi di preparazione.

Proprietà ed impieghi di tensioattivi ed ausiliari.

Lavaggio, sbianca, carbonissaggio della lana. Sgommatatura e carica della seta. Sbozzimatura, purga, sbianca, mercerizzazione delle fibre cellulose. Candeggio ottico.

Coloranti.

Cenni di colorimetria industriale. Struttura e proprietà dei coloranti. Classi chimiche e tintoriali.

Processi tintoriali.

Cinetica e termodinamica dei processi tintoriali. Influenza dei parametri di processo.

Tingibilità delle fibre. Solidità delle tinture. Tintura della lana, delle fibre cellulose e delle fibre sintetiche con coloranti appartenenti alle diverse classi tintoriali. Processi di tintura in continuo e discontinuo. Processi di stampa. Processi chimici di finissaggio.

Macchinario di tintura.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni in laboratorio inerenti le determinazioni delle principali caratteristiche chimico-fisiche delle fibre tessili. Prove pratiche di identificazione microscopica e dosaggio di fibre tessili in mista. Operazioni tintoriali, misure colorimetriche e valutazione delle solidità delle tinte. Visite a stabilimenti.

### **Bibliografia**

Dispense del corso fornite dal docente.

### **Esame**

Accertamenti scritti (esame orale facoltativo).

# 01ANF DINAMICA DEGLI INQUINANTI / IGIENE AMBIENTALE

Periodo:	4
Crediti:	2
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

## **Presentazione del corso**

Il corso prende in esame, sia da un punto di vista fisico, sia di sua descrizione matematica, l'insieme dei fenomeni che interessano l'evoluzione di una qualunque sostanza, di origine industriale e non, la quale, immessa nell'ambiente naturale, ne modifichi le caratteristiche. Viene verificato l'impatto ambientale degli inquinanti di tipo chimico, con riferimento ai livelli di concentrazione ed alla persistenza nei vari comparti ambientali.

## **Prerequisiti**

Nessuno.

## **Programma**

Generazione di inquinanti e fattori di emissione; indici ambientali.  
Reazioni chimiche e fotochimiche nella troposfera; genesi di inquinanti secondari; piogge acide.  
Dinamica degli inquinanti immessi in corpi idrici: autodepurazione; bilancio dell'ossigeno; reazioni chimiche e biochimiche interessanti il carico organico.  
Fenomeni di segregazione ed accumulo di metalli e nutrienti.  
Eutrofizzazione.  
Lisciviazione di rifiuti e residui messi sul terreno; trasporto verso le falde acquifere; reazioni con il terreno.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Sono previste esercitazioni di calcolo in aula.

## **Bibliografia**

Vengono forniti schemi e dati numerici di riferimento per gli argomenti trattati.

## **Esame**

L'esame consiste in una prova orale.

# 01AWK FENOMENI DI TRASPORTO I

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	Elementi introduttivi di Ingegneria di Processo, Analisi Matematica I e II, Chimica, Fisica I
Docente:	da nominare

---

## **Presentazione del corso**

Il corso ha come obiettivo di far apprendere all'allievo i concetti elementari di trasporto tra fasi diverse di proprietà - quantità di moto, energia, materia - e di fornirgli i mezzi elementari per calcolare la velocità di trasporto. Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni di calcolo, usando un metodo per il possibile induttivo - concetto elementare, applicazioni, generalizzazione del concetto -.

## **Prerequisiti**

I concetti sviluppati nel corso di Elementi Introduttivi di Ingegneria di Processo, derivate, integrali ed equazioni differenziali ordinarie.

## **Programma**

Bilancio di quantità di moto. Statica dei fluidi. Regime laminare e turbolento. Viscosità e meccanismo molecolare di trasporto di quantità di moto; cenni al meccanismo turbolento. Cenni ai fluidi Non-Newtoniani. Bilancio dell'energia meccanica (richiamo); fattore di attrito in tubi; perdite localizzate di energia. Attrito di forma e velocità di caduta terminale di particelle; flusso in letti granulari. Modelli fluidodinamici: fase perfettamente agitata e modello di flusso a pistone. Trasporto molecolare di calore e cenni al meccanismo turbolento. Equazione cinetica di scambio di calore e coefficienti di scambio per convezione forzata, convezione libera, condensazione ed ebollizione. Trasporto di energia tra più fasi; resistenza controllante al trasporto di calore. Trasporto dell'energia radiante. Trasporto molecolare e turbolento di massa. Equazione cinetica di scambio di materia e coefficienti di scambio parziali e globali per fluidi ideali.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Applicazioni dei concetti sviluppati a problemi presi dall'industria di processo. Dopo discussione con il docente, esercitazione a gruppi su problemi assegnati.

## **Bibliografia**

Dispense del docente  
Foust A.S. et al., I Principi delle Operazioni Unitarie, Ambrosiana, Milano, 1967

## **Esame**

Esame scritto.

# 01AYU **FONDAMENTI DI CHIMICA INDUSTRIALE**

Periodo:	3
Crediti:	4
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Giuseppe GOZZELINO</b>

## **Presentazione del corso**

Il corso si propone di trasmettere i concetti scientifici e tecnologici che stanno alla base della produzione industriale ed è mirato ad individuare le tecnologie, le operazioni e i fattori di controllo che permettono lo sviluppo di processi chimici su scala industriale. Il programma sarà affiancato da esercitazioni sia un'aula che in laboratorio sugli argomenti sviluppati nel corso.

## **Prerequisiti**

È richiesta una conoscenza della chimica di base ed organica e dei fondamenti dell'ingegneria di processo.

## **Programma**

1. Termodinamica delle reazioni chimiche.

Relazioni PVT per fluidi ideali e reali.

Valutazione di entalpia, entropia e energia libera dei composti chimici.

Rese teoriche di trasformazione in fase gassosa in condizioni di equilibrio.

2. Cinetica delle reazioni chimiche.

Equazioni cinetiche per reazioni omogenee irreversibili, consecutive, a catena, reversibili.

Catalisi omogenea ed eterogenea nei processi chimici.

Cinetica chimica applicata ai reattori ideali.

3. Processi chimici.

Cenni sui reattori industriali e sulle tecnologie per la separazione dei prodotti di reazione.

Aspetti tecnologici ed economici caratterizzanti l'industria chimica, materie prime e prodotti finali.

Cenni di sicurezza, igiene ambientale e legislazione nella produzione industriale chimica.

Aspetti termodinamici, cinetici e tecnologici di processi industriali per l'ottenimento di prodotti organici a partire da petrolio: gas di sintesi, idrogeno, combustibili, monomeri per polimerizzazioni industriali.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Sono previste esercitazioni numeriche su rese teoriche di processo, dimensionamento reattori ideali, valutazione delle rese in funzione delle condizioni di processo per i prodotti industriali inorganici presi in considerazione.

## **Bibliografia**

Dispense fornite dal docente

## **Esame**

Esame finale orale preceduto da prova scritta sulla soluzione numerica di problemi affrontati nel corso delle esercitazioni in aula

# 01ELV LABORATORIO DI ANALISI E SIMULAZIONE DI PROCESSI CHIMICI

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

## **Presentazione del corso**

Il corso si propone di fare apprendere agli allievi i principali metodi di calcolo di processi industriali impiegati dai simulatori di processo.

## **Prerequisiti**

Elementi Introduttivi di Ingegneria Chimica.

## **Programma**

Analisi dei gradi di libertà, variabili di progetto e variabili di stato. Procedure di calcolo efficienti per una singola unità di processo e per unità multiple. Simulazione sequenziale a blocchi. Tear stream e blocchi di convergenza. Specificazioni di progetto, variabili manipolate e variabili campionate. Esempi di analisi e di calcolo di processi industriali. [12 ore]

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Applicazione delle metodologie esposte durante le lezioni a processi industriali mediante esercitazioni al calcolatore in un laboratorio informatico.

## **Esame**

Esame consisterà in una prova scritta.

## 02BOT MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso è articolato indicativamente in trenta ore di lezione e trenta ore di esercitazione in aula o in laboratorio didattico.

Scopo del corso è fornire gli strumenti necessari per la conoscenza, l'identificazione e la modellazione dei fenomeni meccanici fondamentali, dei componenti e dei sistemi meccanici.

### **Prerequisiti**

È richiesta la conoscenza dei contenuti dei corsi di Analisi Matematica e di Fisica.

### **Programma**

**CINEMATICA:** Richiami di cinematica piana: cinematica del punto, cinematica del corpo rigido. Accoppiamenti tra corpi rigidi: principali tipi di coppie cinematiche, accoppiamenti di forza. Cinematica dei moti relativi (14 ore).

**DINAMICA:** Forze e momenti; operazioni con le forze; diagramma del corpo libero; equazioni cardinali della dinamica. Lavoro, energia, potenza e rendimento. Principio di conservazione dell'energia (20 ore).

**SISTEMI DI TRASMISSIONE E TRASFORMAZIONE DEL MOTO:** Trasmissioni con flessibili. Ruote di frizione; rotismi ordinari; riduttori; vite-madrevite (16 ore).

**VIBRAZIONI:** Vibrazioni di sistemi ad un grado di libertà; vibrazioni libere senza e con smorzamento, vibrazioni forzate, identificazione della frequenza propria, del fattore di smorzamento, del fattore di amplificazione, della fase (10 ore).

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni consistono nello svolgimento da parte degli studenti di esercizi assegnati di volta in volta, risolti successivamente dall'esercitatore.

### **Bibliografia**

C. Ferraresi, T. Raparelli, "Meccanica Applicata", Ed. CLUT, Torino, 1997.

### **Esame**

Compatibilmente con il numero di allievi e con la collocazione nel periodo didattico, sono previsti accertamenti in itinere in forma scritta, oppure un esame finale in forma orale o scritta.

## 01ELY MECCANICA TESSILE

Periodo:	4
Crediti:	4
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso è articolato indicativamente in 24 ore di lezione e 24 ore di esercitazione in aula. Il corso, partendo dalle nozioni del corso di Meccanica Applicata, prende in esame, dal punto di vista applicativo, vari dispositivi e macchine, utilizzati, in particolare, nel campo tessile.

### **Prerequisiti**

Nozioni del corso di Meccanica Applicata.

### **Programma**

Movimenti relativi usati nelle macchine tessili: supporti a strisciamento, supporti a rotolamenti, supporti lubrificati (8 ore).

Trasmissione e modifica del moto rotatorio (sistemi di trascinamento ed attrito, ingranaggi cilindrici e conici, rotismi ordinari ed epicicloidali) (12 ore).

Dispositivi di partenza e di arresto (freni e frizioni). Transitori nei sistemi meccanici. Accoppiamento macchine motrici e macchine operatrici (6 ore).

Sistemi con camme. Meccanismi articolati. Meccanismi di selezione, meccanismi di avanzamento intermittente (8 ore).

Dispositivi e sistemi pneumatici (6 ore).

Sistemi di guida senza fili, di inserimento della trama, tessitura a getti. Dispositivi e meccanismi di controllo (presenza fili, sistemi controllo di tensione, ecc.) (4 ore).

Sistemi di manipolazione: robot, mani di presa, carrelli automatici (4 ore).

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Consistono essenzialmente nel calcolo di dispositivi interessanti l'industria chimica e le principali macchine tessili, come applicazione di quanto illustrato a lezione. È previsto anche l'esame di macchine tessili presso aziende specializzate nel settore.

Sono previste alcune visite presso aziende tessili per l'esame di dispositivi e apparecchiature meccaniche e automatiche illustrati a lezione.

### **Bibliografia**

G. Belforte, "Meccanica Applicata alle Macchine", Ed. Levrotto e Bella, Torino, 1997.  
Dispense disponibili presso la sede di Biella.

### **Esame**

Compatibilmente con il numero di allievi e con la collocazione nel periodo didattico, sono previsti accertamenti in itinere in forma scritta, oppure un esame finale in forma orale o scritta.

## **01ELU OPERAZIONI UNITARIE FISICHE / LABORATORIO INGEGNERIA CHIMICA**

Periodo:	3
Crediti:	4
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Vengono illustrati i criteri necessari alla progettazione e conduzione degli impianti industriali chimici.

### **Prerequisiti**

Elementi introduttivi di Ingegneria di processo, Analisi Matematica, Calcolo Numerico.

### **Programma**

Scambiatori di calore a tubi coassiali, a fascio tubiero e a piastre (8 ore);

Evaporatori e concentratori a singolo e multiplo effetto; termocompressione; condensatori barometrici; condensatori (8 ore)

Elementi di cristallizzazione, cristallizzatori (4 ore).

Diagramma psicrometrico aria vapore; umidificazione e deumidificazione (8 ore).

Essiccamento: principi ed apparecchiature (2 ore).

Servizi generali: centrali termiche e frigorifere; impianti di stoccaggio e distribuzione dei fluidi (2 ore).

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni in aula consistono nella risoluzione, da parte degli allievi, di problemi semplici relativi ai concetti sviluppati a lezione (10 ore). Vengono svolte anche due esercitazioni di laboratorio di ingegneria chimica (8 ore).

### **Esame**

L'esame consiste di una prova scritta obbligatoria e di una prova orale.



# 01BXW PROCESSI BIOLOGICI INDUSTRIALI

Periodo:	4
Crediti:	4
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

## **Presentazione del corso**

Il corso si propone di chiarire i concetti di base e, quindi, illustrare i principali procedimenti industriali che utilizzino microrganismi per produrre composti chimici di base, alimenti, biomasse. Il corso si compone, quindi, sia di una parte di carattere generale relativa ai principali meccanismi fisici, chimici e biologici dell'ingegneria biochimica sia di una parte più tecnologica relativa ai principali schemi di processo della microbiologia industriale.

## **Prerequisiti**

Fondamenti di chimica industriale, Fenomeni di trasporto

## **Programma**

Premesse di microbiologia

Caratteristiche dei microrganismi di interesse industriale: tipi, composizione, crescita, adattamento. Meccanismi di utilizzo energetico e di trasformazione metabolica.

Ingegneria biochimica

Cinetica dei processi biologici, relazioni tra cinetica e trasferimento di materia.

Funzionamento di reattori continui, discontinui, semicontinui. Trasferimento di ossigeno in reattori aerati con agitazione meccanica. Sterilizzazione del liquido culturale e dell'aria.

Tecnologie applicative

Produzione di metaboliti primari (etanolo, acidi organici), enzimi, antibiotici.

Principi generali dell'ossidazione biologica, trattamento delle acque di scarico, trattamenti anaerobici a biomasse sospese e fissate.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni prevedono il calcolo di dimensionamento di apparecchiature e la definizione dello schema di processo di tecnologie microbiche.

## **Bibliografia**

S. Aiba, A.E. Humphrey, N.F. Millis, Biochemical engineering, 1973.

H.J. Rehm, G. Reed, Biotechnology, 1983.

G. Genon, Processi biologici industriali, 1993.

## **Esame**

L'esame consiste di una prova scritta obbligatoria in cui è prevista sia la risoluzione di esercizi, sia la risposta a domande di teoria. È prevista la possibilità di una prova orale facoltativa.

## 02CFO SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	Franco ALGOSTINO

---

### **Presentazione del corso**

Il corso pone le basi per lo studio del corpo deformabile. Imposta il problema del corpo elastico e presenta la soluzione del problema di Saint Venant. Vengono studiate principalmente strutture monodimensionali (travi e sistemi di travi). Affronta inoltre il problema dell'instabilità e della non linearità, con trattazione della teoria di Eulero. Il docente riceve tutte le mattine.

### **Prerequisiti**

Statica nel piano e nello spazio, geometria delle aree, analisi matematica, calcolo numerico.

### **Programma**

IL CORPO DEFORMABILE: Analisi dello stato di tensione: equazioni indefinite di equilibrio, componenti del tensore di tensione nel riferimento cartesiano ortogonale, tensioni principali. Analisi dello stato di deformazione: deduzione delle componenti del tensore di deformazione in un riferimento cartesiano ortogonale, deformazioni principali. Equazione dei lavori virtuali: applicazione al corpo deformabile. Leggi costitutive del materiale: il corpo elastico, la legge di Hooke, il corpo isotropo, tensioni ideali e limiti di resistenza. (10 ore)

TRAVI E TRAVATURE: Travature piane caricate nel loro piano e trasversalmente. Travature spaziali. Calcolo delle sollecitazioni e degli spostamenti in travature isostatice ed iperstatiche. (10 ore)

TEORIA DELLE TRAVI: Il solido di St.Venant. Sforzo normale e flessione deviata. Taglio: teoria approssimata. Torsione: sezione circolare, sezione cava e sezione sottile aperta. (10 ore)

STRUTTURE DIVERSE: Sollecitazioni in un tubo in pressione. Cenni alle soluzioni membranali nel guscio assialsimmetrico (serbatoio in pressione) (4 ore)

FENOMENI DI INSTABILITÀ: L'asta caricata di punta, teoria di Eulero. L'asta oltre il limite elastico. Cenni ad altri fenomeni di instabilità (instabilità torsionale, tubo soggetto a pressione esterna) (4 ore)

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Nelle esercitazioni gli allievi vengono assistiti nella soluzione di problemi relativi agli argomenti trattati a lezione e nella risoluzione di esempi concreti in ambito strutturale. (18 ore) Sono previste alcune prove di laboratorio ed una visita a strutture esistenti. (4 ore)

### **Bibliografia**

F. Algostino G. Faraggiana A.Sassi, Scienza delle costruzioni Vol. 1° e 2°, UTET  
F. Algostino G. Faraggiana, Scienza delle costruzioni esercizi (in preparazione)

### **Esame**

Prova scritta e orale

## 03CFR SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso ha lo scopo di fornire le conoscenze di base relative ai requisiti tecnologici e di impiego dei materiali utilizzati in campo ingegneristico.

### **Prerequisiti**

Chimica, Chimica II.

### **Programma**

#### - Parte Generale

Introduzione alla progettazione ingegneristica. I materiali nello sviluppo tecnologico. Ciclo di vita: uso e riuso. proprietà richieste. Test unificati. Mezzi di indagine. Relazione struttura/pro-prietà.

Lo stato solido. Struttura cristallina e stato amorfo. Principi di cristollografia. Difetti reticolari. Cenni sul comportamento meccanico a trazione, compressione e taglio. Deformazione sotto sforzo: campo elastico, campo plastico e grandezze corrispondenti. resistenza chimica in ambienti inerti ed aggressivi. Cenni al meccanismo della corrosione. Comportamento termico dei materiali. Comportamento viscoso, elastico e viscoelastico. Struttura dei materiali fibrosi e loro ruolo nei meccanismi di rinforzo.

Equilibrio chimico nei solidi. Regola delle fasi. Diagrammi di stato a uno e due componenti con miscibilità nulla, completa o parziale allo stato solido. Significato delle leghe binarie. Cenni ai diagrammi ternari e loro rappresentazione.

#### - Parte Descrittiva

Materiali ceramici: Preparazione, proprietà ed applicazioni principali. I vetri: preparazione e principali impieghi. Leganti aerei e idraulici: cenni al meccanismo di presa/indurimento e alle proprietà finali.

Materiali metallici: Leghe ferrose. Il diagramma di stato Fe/Cementite. Chimica dell'alto forno. Colata e affinazione della ghisa. Classificazione degli acciai. Cenni alle leghe non ferrose. Materiali polimerici: Classificazione. Processi di polimerizzazione. Relazione tra struttura, peso molecolare e proprietà. Additivi e rinforzanti. Descrizione delle principali classi di materiali polimerici (fibre in particolare).

Concetto di composito. Acque: Classificazione ed usi. Durezza: calcolo dai valori analitici. Abbattimento della durezza con metodi chimici: metodo alla calce/soda e metodo al fosfato. Fragilità caustica. Addolcimento mediante resine scambiatrici. Cenni descrittivi ai trattamenti delle acque. Richiamo ai problemi di inquinamento posti dal trattamento per usi industriali delle acque (Tabella A Legge 319/76).

Combustione: Generalità e classificazione dei combustibili. Potere calorifico; aria teorica ed effettiva. Efficienza di combustione. Temperatura teorica di combustione; richiamo ai problemi di inquinamento legati ai processi di combustione. Limiti di infiammabilità.

## Laboratori e/o esercitazioni

Le esercitazioni in aula consistono nella risoluzione, da parte degli allievi, di problemi semplici relativi ai concetti sviluppati a lezione.

## Bibliografia

Cesare Brisi, Chimica Applicata, Editrice Levrotto & Bella (Torino)

## Esame

L'esame consiste di una prova scritta obbligatoria e di una prova orale.

# 01ELT    **SEPARAZIONI CHIMICO-FISICHE /** **REATTORI CHIMICI**

Periodo:	3
Crediti:	6
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

## **Presentazione del corso**

Il corso ha lo scopo di insegnare la metodologia di progetto delle operazioni unitarie di separazione sia a stadi che continue e di introdurre i principi di calcolo dei reattori chimici.

## **Prerequisiti**

Fenomeni di trasporto.

## **Programma**

Calcolo di apparecchiature a stadi

Breve ripasso dei diagrammi di equilibrio. Stadio di equilibrio; calcoli grafici di cascate di stadi a correnti incrociate (lisciviazione), in controcorrente (estrazione liquido-fluido) e controcorrente con riflusso (distillazione). Metodi di calcolo semplificati. Cenno ai metodi di calcolo analitici. Applicazioni al progetto delle apparecchiature (28 ore).

Calcolo di apparecchiature continue

Colonna di assorbimento a riempimento in controcorrente; fluidodinamica e calcolo delle condizioni di loading e flooding; equazioni di bilancio di materia e progetto della colonna (ore 4).

Calcolo dei reattori chimici.

Reattori ideali: resa, conversione e selettività; reattori chimici isotermi, adiabatici, e con scambi termici. Reattori eterogenei (16 ore).

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni in aula consistono nella risoluzione, da parte degli allievi, di calcoli di progetto delle apparecchiature come applicazione delle metodiche sviluppate a lezione.

## **Bibliografia**

A. Foust et al., I principi delle operazioni unitarie, Casa Editrice Ambrosiana, Milano 1967

## **Esame**

L'esame consiste di una prova scritta obbligatoria in cui è prevista sia la risoluzione di esercizi, sia la risposta a domande di teoria. È prevista la possibilità di una prova orale facoltativa.

# 01ELW TECNOLOGIE TESSILI I

Periodo: 4  
Crediti: 5  
Precedenze obbligatorie: -  
Docente: da nominare

---

PROGRAMMA NON PERVENUTO.

# 01CVS TERMODINAMICA PER L'INGEGNERIA CHIMICA

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

## **Presentazione del corso**

L'insegnamento intende fornire le conoscenze termodinamiche di base indispensabili per la comprensione ed il calcolo dei processi chimici.

## **Prerequisiti**

Chimica, Fisica I.

## **Programma**

Primo principio della termodinamica e definizione meccanica del calore. Secondo principio della termodinamica. Equilibrio termico, meccanico e chimico. Principio di minima energia. Equazioni fondamentali. Cicli termodinamici. [14 ore]  
Potenziali termodinamici e trasformazioni fondamentali. Stabilità globale e locale. Transizioni di fase del primo ordine e del secondo ordine. Regola delle fasi. [12 ore].  
Fugacità, coefficienti di fugacità ed equilibri di fase. Legge degli stati corrispondenti. Equazione del viriale. Equazioni di stato cubiche. Attività e coefficienti di attività. Energia libera di miscela e correlazioni per il calcolo dei coefficienti di attività. [14 ore]

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni di calcolo sugli argomenti trattati nella parte teorica.

## **Bibliografia**

- Chemical and engineering thermodynamics/ Stanley I. Sandler. - 3rd ed. 1999 - New York: Wiley.
- Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics. J. M. Smith, H. C. Van Ness, M. M. Abbott. 5th ed. 1996 - McGRAW-HILL - Chemical Engineering Series

## **Esame**

Esame scritto con test ed esercizi di calcolo. Orale facoltativo (per accedere all'orale è necessario il superamento della prova scritta).

## 01ACE ANALISI MATEMATICA

Periodo: 1°  
Crediti: 6  
Precedenza obbligatoria:  
Docente: da nominare

---

### Presentazione del corso

Il corso ha lo scopo di introdurre gli strumenti basilari del calcolo differenziale e integrale per le funzioni reali di una variabile reale. Il corso si articolerà intorno ad esercitazioni. Materiale didattico per il lavoro individuale sarà disponibile in aula; la correzione degli esercizi sarà effettuata settimanalmente sotto la guida di studenti conduttori.

Il docente è disponibile per chiarimenti e consigli durante le ore di lezione e nei giorni del corso.

## **CORSO DI STUDI IN INGEGNERIA CHIMICA (PER L'INDUSTRIA TESSILE) SEDE DI BIELLA**

### Prerequisiti

Algebra elementare ed equazioni algebriche, sistemi lineari, trigonometria, coordinate cartesiane del piano, rette, ellissi, parabole.

### Programma

Limiti e continuità. Derivate. Teoremi sulle funzioni continue e sulle funzioni derivabili. Formula di Taylor. Integrali indefiniti e definiti.

Integrale definito e indefinito, sistema fondamentale del calcolo.

### Laboratori ed esercitazioni

esercitazioni svolte in aula.

### Bibliografia

Manuale didattico preparato dal docente; l'eventuale testo di riferimento sarà indicato dal docente all'inizio del corso.

### Esame

scritto e orale.

## 01ACE ANALISI MATEMATICA

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso ha lo scopo di introdurre gli strumenti basilari del calcolo differenziale e integrale per le funzioni reali di una variabile reale. Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni. Materiale didattico per il lavoro individuale sarà disponibile in rete: la correzione degli esercizi sarà effettuata settimanalmente sotto la guida di studenti coadiutori.

Il docente è disponibile per consulenza secondo un orario che sarà reso noto all'inizio del corso.

### **Prerequisiti**

Algebra elementare ed equazioni algebriche, sistemi lineari, trigonometria, coordinate cartesiane del piano, rette, ellissi, parabole.

### **Programma**

Numeri e funzioni reali di variabile reale. Limiti e continuità. Derivate. Teoremi sulle funzioni continue e sulle funzioni derivabili. Formula di Taylor, infiniti e infinitesimi. Studi di funzione.

Integrale definito e indefinito, teorema fondamentale del calcolo.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni svolte in aula.

### **Bibliografia**

Materiale didattico preparato dal docente; l'eventuale testo di riferimento sarà indicato dal docente all'inizio del corso.

### **Esame**

Scritto e orale.

## 10AGI CALCOLO NUMERICO/STATISTICA

Periodo:	3,4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	Analisi Matematica I
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il modulo si propone di illustrare i metodi numerici di base per la risoluzione dei sistemi lineari, per l'approssimazione di dati numerici e di funzioni, per il calcolo di integrali e per la risoluzione di equazioni differenziali ordinarie con valori iniziali.

### **Prerequisiti**

Nozioni fondamentali di algebra lineare, conoscenza di un linguaggio di programmazione.

### **Programma**

- Generalità sui problemi numerici e sugli algoritmi.
- Breve descrizione dei metodi numerici di base per la risoluzione dei sistemi lineari, per l'approssimazione di dati numerici e di funzioni, per il calcolo di integrali e per la risoluzione di equazioni differenziali ordinarie con valori iniziali.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Nei predetti contesti gli studenti verranno addestrati all'utilizzo di software specifico (MATLAB).

### **Bibliografia**

G. Monegato, Elementi di Calcolo Numerico, Levrotto&Bella, Torino 1995.

# 10AHM CHIMICA

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	da nominare

## Programma

- Leggi fondamentali e struttura dell'atomo (10 ore)
- Concetti fondamentali e leggi della chimica
- Modelli atomici e proprietà periodiche
- Legame chimico (10 ore)
- Legame ionico, covalente, dativo
- Ibridazione, risonanza
- Forze intermolecolari
- Legame metallico
- Stati di aggregazione della materia (10 ore)
- Gas ideali, equazione di stato, teoria cinetica. Gas reali
- Liquidi, tensione di vapore
- Solidi, raggi X, equazione di Bragg, strutture cristalline
- Caratteristiche delle reazioni chimiche (10 ore)
- Velocità di reazione e fattori influenzanti
- Termochimica (calore di reazione, legge di Hess)
- Equilibrio chimico (10 ore)
- Legge di azione di massa, principio di Le Chatelier
- Equilibri in soluzione acquosa, pH, prodotto di solubilità, idrolisi
- Cenni di elettrochimica (5 ore)
- Celle elettrolitiche e voltaiche
- Potenziali di elettrodo e legge di Nernst
- Composti e reazioni dei principali elementi chimici (5 ore)

## 01EMD CHIMICA II (ORGANICA)

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

### **Presentazione del corso**

Il corso ha come scopo l'approfondimento della chimica organica mediante lo studio sistematico delle principali classi di composti (nomenclatura, struttura, proprietà fisiche e chimiche, fonti industriali, reazioni di preparazione e reazioni tipiche) e l'interpretazione razionale dei meccanismi di reazione (natura dei reagenti, intermedi, aspetti cinetici e termodinamici, stereochimica).

### **Prerequisiti**

È necessaria la conoscenza degli argomenti trattati nel corso di Chimica I.

### **Programma**

Struttura e proprietà delle molecole organiche: caratteristiche dei legami, relazioni tra struttura e proprietà, orbitali molecolari, ibridazione, risonanza. Isomeria strutturale. Stereoisomeria. Chiralità molecolare e attività ottica. Configurazione del carbonio chirale. Enantiomeri e diastereoisomeri. Miscela racemica e reazioni dei composti chirali. Gruppi funzionali e classi di composti organici. Nomenclatura. [10 ore]

Alcani: isomeria conformazionale, proprietà fisiche, fonti, reazioni. Cicloalcani. [4 ore]

Alcheni: isomeria geometrica, stabilità, proprietà fisiche, fonti, metodi di preparazione. Idrogenazione e reazioni di addizione elettrofila. Ossidrilazione ed epossidazione, scissione ossidativa, ossosintesi, alogenazione radicalica. Dieni: struttura e stabilità, reazioni di addizione. Polimerizzazione per addizione di insaturi vinilici e dieni. Caratteristiche di polimeri ed elastomeri. [8 ore]

Alchini: struttura e proprietà, metodi di preparazione, reazioni di addizione, idrogenazione, idratazione. Acidità e acetiluri. [2 ore]

Areni: benzene, struttura e stabilità, aromaticità, nomenclatura derivati. Reazioni di sostituzione elettrofila aromatica: meccanismo e tipi di reazione, reattività ed orientamento nelle reazioni dei derivati monosostituiti e disostituiti del benzene. Areni: fonti, metodi di preparazione, alogenazione ed ossidazione. [5 ore]

Alogenoderivati: tipi, proprietà fisiche, metodi di preparazione. Reazioni di sostituzione nucleofila alchilica: meccanismi SN2 e SN1, stereochimica, reattività, nucleofilia e basicità reagenti. Reazioni di eliminazione E2 e E1, competitività con SN. [3 ore]

Alcoli, Fenoli, Eteri, Epossidi: Alcoli: nomenclatura, tipi, struttura, proprietà fisiche, fonti e metodi di preparazione. Dioli e glicerina. Acidità e nucleofilia, reazioni di sostituzione, eliminazione, ossidazione. Fenoli: tipi, proprietà, metodi di preparazione, acidità, reazioni tipiche. Eteri: tipi, metodi di preparazione, proprietà fisiche e chimiche. Epossidi: metodi di preparazione e reazioni di apertura dell'anello. [4 ore]

Aldeidi e Chetoni: struttura, proprietà fisiche, metodi di preparazione. Reazioni di addizione nucleofila al carbonile. Reazioni di ossidazione e di riduzione. Condensazione aldolica. [3 ore]

Carboidrati: struttura, proprietà e reazioni dei principali mono, di e polisaccaridi. [1 ora]

Acidi carbossilici: tipi, proprietà fisiche, metodi di preparazione, acidità. Derivati degli acidi e reazioni di sostituzione nucleofila acilica. Esteri: reazioni di preparazione e sostituzione. Poliammidi e poliesteri. [4 ore]

Ammine: struttura, tipi, proprietà fisiche, metodi di preparazione, basicità e reazioni tipiche. Sali di diazonio: reazioni di sostituzione e di copulazione. Amminoacidi e proteine: struttura e proprietà. [3 ore]

Metodi spettrofotometrici di indagine sulle sostanze organiche: spettrofotometria UV-VIS, IR, NMR. [3 ore]

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni in aula su problemi di chimica organica. [10 ore]

### **Bibliografia**

F. Ferrero, G. Malucelli, *Appunti di Chimica Organica*, Politeko, Torino, 2000.

C. Di Bello, *Principi di Chimica Organica*, Decibel-Zanichelli, Padova, 1993.

W.H. Brown, *Introduzione alla chimica organica*, EdiSES, Napoli, 1997.

### **Esame**

L'esame consta di una prova scritta e di una prova orale finale. La prova scritta deve essere superata con esito positivo per poter accedere all'orale.

# 01EMF ELEMENTI INTRODUTTIVI DI INGEGNERIA DI PROCESSO

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

## **Presentazione del corso**

Il corso ha come scopo introdurre l'allievo nella problematica dei processi e di fornirgli i mezzi fondamentali per i calcoli di processo attraverso l'impostazione dei bilanci di materia e di energia.

## **Programma**

Introduzione

Definizione e descrizione di un processo. Calcoli con cifre significative. Omogeneità e consistenza dimensionale di un'equazione. Sistemi di unità di misura e fattori di conversione. Espressione generale di un bilancio; superficie e volume di controllo (4 ore)

Il bilancio di materia

Sistemi continui e discontinui; trasporto convettivo di materia; concetto di velocità di accumulo; concetto della velocità di generazione nei sistemi reagenti; equazioni stechiometriche indipendenti; esempi applicativi di calcolo. Diagrammi di flusso; analisi dei gradi di libertà e procedura di calcolo dei bilanci di materia di una unità di processo (10 ore).

Il bilancio dell'energia

Formulazione generale per sistemi continui e discontinui; il bilancio entalpico per sistemi monocomponente non reagenti, continui e discontinui; il bilancio dell'energia meccanica (Bernoulli); applicazioni di calcolo (10 ore).

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Comprenderanno esercizi da svolgersi parte a cura del docente (come esemplificazione) e per la maggior parte a cura dell'allievo, basati su calcoli di bilancio materiale e di energia.

## **Bibliografia**

E. J. Henley, E.M. Rosen: Material and Energy Balance Computations, John Wiley &S., New York

## **Esame**

L'esame consiste di una prova scritta obbligatoria. E' prevista la possibilità di una prova orale facoltativa.

# 07AXL FISICA GENERALE I

Periodo:	3	Periodo:
Crediti:	5	Crediti:
Precedenze obbligatorie:	-	Precedenze obbligatorie:
Docente:	da nominare	Docente:

PROGRAMMA NON PERVENUTO.

PROGRAMMA NON PERVENUTO.

## Prerequisiti

Conoscenza del corso di matematica di Analisi e Geometria.

## Programma

Equazioni lineari, autovalori e autovettori, campi di base e derivazione, trasformazioni lineari di riferimento e coordinate, geometria analitica nello spazio, piani e rette, angoli e distanze, sfere e cilindri, curve, superfici, campi vettoriali, integrali di linea e di superficie.

## Laboratori e/o esercitazioni

Esercizi di calcolo differenziale.

## Bibliografia

Manuale didattico preparato dal docente, l'eventuale testo di riferimento sarà indicato dal docente all'inizio del corso.

## Esame

Scritto e orale.

# 015HD INFORMATICA

Periodo:	1,2	Periodo:
Crediti:	6	Crediti:
Precedenze obbligatorie:	-	Precedenze obbligatorie:
Docente:	da nominare	Docente:

PROGRAMMA NON PERVENUTO.

## 07AXM FISICA GENERALE II

Periodo:	4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

PROGRAMMA NON PERVENUTO.

### Programma

#### Meccanica

Definizione e impostazione di un problema. Sistemi con forze conservative. Conservazione di quantità meccaniche di un sistema. Sistemi di punti di massa e forze di vincolo. Equazione generale di un sistema, superficie e vincolo di contatto di un corpo rigido.

Stato e dinamica di un sistema, trasporto conservativo di quantità, concetto di velocità di rotazione, equazione della velocità di rotazione nel sistema rotante, equazione di conservazione dell'energia, esempi applicativi di calcolo. Diagrammi di linea, stato dei gradi di libertà e generalità di calcolo, contributo di momento di una unità di processo in un sistema.

#### Il bilancio dell'energia

Per problemi relativi per sistemi continui e discreti, il bilancio energetico per sistemi meccanici, non soggetti, continui e discreti, e bilancio dell'energia meccanica (Esercizi), applicazioni di calcolo (10 ore).

#### Laboratori ed esercitazioni

Comprendente esercizi di algebra, parte a cura del docente (come esercitazioni) e per la maggior parte a cura del nuovo, basati sui calcoli di bilancio energetico e di energia.

#### Bibliografia

E. J. Weale, E.M. Riech, Material and Energy Balance Computations, John Wiley & Sons, New York.

#### Esame

L'esame consiste di una prova scritta obbligatoria, ed è prevista la possibilità di una prova orale facoltativa.

## 09BCG GEOMETRIA

Periodo:	3
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	Istituzioni di Analisi e Geometria
Docente:	da nominare

---

### Presentazione del corso

Scopo del corso è la presentazione dei principi fondamentali dell'algebra lineare e delle sue applicazioni allo studio della geometria.

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni. Materiale didattico per il lavoro individuale sarà disponibile in rete: la correzione degli esercizi sarà effettuata settimanalmente sotto la guida di studenti coadiutori.

Il docente è disponibile per consulenza secondo un orario che sarà reso noto all'inizio del corso.

### Prerequisiti

Contenuti del corso di Istituzioni di Analisi e Geometria.

### Programma

Applicazioni lineari, autovalori e autovettori, cambi di base e diagonalizzazioni.

Cambiamenti di riferimento e coniche

Geometria analitica nello spazio: piani e rette, angoli e distanze, sfere e circonferenze, curve e superficie nello spazio (coni, cilindri, superficie di rotazione), cenni sulle quadriche.

### Laboratori e/o esercitazioni

Esercitazioni svolte in aula.

### Bibliografia

Materiale didattico preparato dal docente; l'eventuale testo di riferimento sarà indicato dal docente all'inizio del corso

### Esame

Scritto e orale.

## 01BHD INFORMATICA

Periodo:	1,2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	da nominare

---

PROGRAMMA NON PERVENUTO.

Periodo:	2	Periodo
Crediti:	5	Crediti
Precedenze obbligatorie:	Analisi Matematica I	Precedenze obbligatorie
Docente:	da nominare	Docente

---

**Presentazione del corso**

Il corso fornisce le prime applicazioni del calcolo differenziale e integrale: in particolare, vengono trattate le equazioni differenziali di primo e secondo ordine. Il corso fornisce inoltre i primi elementi di geometria, in particolare quelli che saranno utilizzati nei successivi corsi di Fisica.

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni. Materiale didattico per il lavoro individuale sarà disponibile in rete: la correzione degli esercizi sarà effettuata settimanalmente sotto la guida di studenti coadiutori.

Il docente è disponibile per consulenza secondo un orario che sarà reso noto all'inizio del corso.

**Prerequisiti**

Contenuti del corso di Analisi Matematica I.

**Programma**

Coordinate polari. Numeri complessi, equazioni differenziali del primo ordine, e del secondo ordine lineari. Vettori del piano e dello spazio  
Spazi vettoriali di dimensione finita. Matrici e determinanti. Sistemi lineari  
Geometria Analitica del piano: rappresentazione della retta, angoli e distanze, circonferenza.

**Laboratori e/o esercitazioni**

Esercitazioni svolte in aula.

**Bibliografia**

Materiale didattico preparato dal docente; l'eventuale testo di riferimento sarà indicato dal docente all'inizio del corso.

**Esame**

Scritto e orale.

# 01EME SISTEMI ECONOMICI E ORGANIZZAZIONE DI IMPRESA

Periodo:	4
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	-
Docente:	Antonio ABATE

---

## **Presentazione del corso**

Il corso svolge il duplice compito di inquadrare l'impresa nel contesto economico di appartenenza e di approfondire gli aspetti organizzativi e di gestione aziendale.

## **Programma**

Il sistema economico (1 credito):

Le variabili macroeconomiche e la contabilità nazionale.

La domanda, l'offerta e le forme di mercato.

L'impresa (1 credito)

Le variabili che caratterizzano la gestione dell'impresa.

La struttura organizzativa.

I costi aziendali (1 credito)

Definizione e classificazione.

Valutazione, analisi e contabilità industriale.

Cenni sul controllo di gestione.

Il bilancio delle imprese (1 credito)

Le finalità del bilancio.

I prospetti di bilancio.

Cenni di analisi di bilancio.

Le decisioni di investimento (1 credito)

I flussi di cassa e la loro attualizzazione.

L'analisi per indici.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Analisi dei dati statistici dell'economia, casi di studio sull'organizzazione aziendale, esercizi sui costi, lettura del bilancio di un'impresa, applicazioni degli indici per l'analisi degli investimenti.

## **Bibliografia**

Materiale indicato dal docente e fornito durante il corso.

## **Esame**

Prova scritta e eventuale integrazione orale.

## GIURCO - DIRITTO DELL'AMBIENTE

Pagine: 2

Crediti: 3

Precedenza Didattica:

Docente: Riccardo MONTANARO

### Presentazione del corso

Il corso si propone di fornire una preparazione giuridica di base sulla normativa nazionale e in tema di tutela dell'ambiente, di lotta agli inquinamenti e di tutela industriale. Una prima parte sarà dedicata ai profili istituzionali, alle fonti del diritto ambientale e all'assetto delle competenze, particolare attenzione verrà dedicata alla illustrazione, ai termini generali, delle procedure sanzionatorie e amministrative legate alla tutela ambientale delle discipline di competenza del corso. La seconda parte del corso tratterà, in particolare, della disciplina del rischio industriale.

**SCIENZE UMANE**

### Contenuti

Principi generali, ambiente e inquinamento. I principi costituzionali in materia ambientale. La Unione Europea e l'intervento in materia ambientale del recepimento delle direttive alla fondazione del diritto ambientale in sede comunitaria. I principi fondamentali dello sviluppo sostenibile. Della prevenzione, della protezione del bene ambientale, del "chi inquina paga". L'assetto delle competenze interne: il Governo e il Ministero dell'Ambiente, le Regioni, gli enti locali (Province, Comuni e Comuni intercomunali), gli organismi tecnico-consulenza statali e locali.

Accidentamenti amministrativi in materia ambientale: la sanzionazione, le sanzioni amministrative, i procedimenti amministrativi, il procedimento, criteri e prerogative, le procedure di controllo.

La disciplina di settore: la valutazione di impatto ambientale; il rischio ambientale; l'incapacità di carico; la gestione delle risorse idriche; l'inquinamento atmosferico; la tutela del suolo; l'inquinamento acustico; l'inquinamento elettromagnetico; l'inquinamento luminoso; prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento (PRIP).

La disciplina del rischio industriale: le direttive comunitarie, le normative italiane (leggi, decreti, ambito di applicazione, evoluzione, contenuto, attività).

### Bibliografia

Ferraro - F. Fracchi - S. Olivetti Ricci, *Diritto dell'ambiente*, Luvato, Bari, 1999.

Verzari - R. Lombardi, *Code dell'ambiente*, Cedrus, Padova, 2000.

Del testo e appunti dettati e giurisprudenziali verranno indicati dal docente su ogni lezione.

### Valore

Il corso consisterà di una verifica orale delle conoscenze acquisite, sulle tematiche di diritto generale e specifico. Nell'ambito del corso potrà essere assegnata agli studenti la redazione di relazioni scritte su tematiche specifiche, da discutere in sede di esame orale.

## 01AOD DIRITTO DELL'AMBIENTE

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Riccardo MONTANARO

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di fornire una preparazione giuridica di base sulla normativa comunitaria e interna in materia di tutela dell'ambiente, di lotta agli inquinamenti e di rischi industriali. Una prima parte verrà dedicata ai profili istituzionali, alle fonti del diritto ambientale e all'assetto delle competenze; particolare attenzione verrà dedicata alla illustrazione, in termini generali, delle procedure pianificatorie e autorizzatorie. Seguirà una trattazione sistematica delle discipline di settore (inquinamento idrico, atmosferico, da rifiuti, elettromagnetico, luminoso). Un ambito specifico verrà dedicato alla disciplina dei rischi industriali.

### **Programma**

Nozioni generali: ambiente e inquinamento. I principi costituzionali in materia ambientale. L'Unione Europea e l'intervento in materia ambientale: dal ravvicinamento delle legislazioni alla fondazione del diritto ambientale in sede comunitaria. I principi fondamentali dello sviluppo sostenibile, della prevenzione, della protezione dei beni fondamentali, del "chi inquina paga". L'assetto delle competenze interne: il Governo e il Ministero dell'Ambiente; le Regioni; gli enti locali (Province, Comuni e Consorzi intercomunali); gli organismi tecnico-consultivi statali e locali.

I procedimenti amministrativi in materia ambientale: la pianificazione; le autorizzazioni (presupposti soggettivi e oggettivi; il procedimento; criteri e prescrizioni); le procedure di controllo.

Le discipline di settore: la Valutazione di Impatto Ambientale; il danno ambientale; l'inquinamento idrico e la gestione delle risorse idriche; l'inquinamento atmosferico; la gestione dei rifiuti; l'inquinamento acustico; l'inquinamento elettromagnetico; l'inquinamento luminoso; prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC).

La disciplina dei rischi industriali: le direttive comunitarie; la normativa interna (definizioni, ambito di applicazione, evoluzione, contenuto, criticità).

### **Bibliografia**

R. Ferrara - F. Fracchia - N. Olivetti Rason, *Diritto dell'ambiente*, Laterza, Bari, 1999

R Ferrara - R. Lombardi, *Codice dell'Ambiente*, Cedam, Padova, 2000

Altri testi e apporti dottrinari e giurisprudenziali verranno indicati dal docente su temi specifici.

### **Esame**

L'esame consisterà in una verifica orale delle conoscenze acquisite, sulle tematiche di ordine generale e specifico. Nell'ambito del corso potrà essere assegnata agli studenti la redazione di relazioni scritte su tematiche specifiche, da discutere in sede di esame orale.

Periodo:	4	Periodo
Crediti:	3	Crediti
Precedenze obbligatorie:		Precedenze obbligatorie
Docente:	<b>Roberto SALIZZONI</b>	Docente

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di illustrare le principali posizioni espresse nel corso del Novecento dalla filosofia e dalle scienze umane sui temi dell'arte e della bellezza. Estetica filosofica, antropologia, sociologia e psicologia, in un rapporto di dialogo e di reciproco scambio, elaborano teorie ed analisi dei fatti artistici e dei fenomeni della bellezza. È possibile percorrere, seguendo i fili tematici dell'estetica, le aree più interessanti del discorso filosofico ed umanistico del nostro secolo. Il corso propone alcuni di questi percorsi, mirando a chiarire le diverse prospettive metodologiche, a mettere a punto un lessico filosofico essenziale, a introdurre gli autori più significativi.

### **Programma**

Arte, linguaggio e comunicazione (L'ecologia della mente secondo Bateson; i diversi modi di concepire l'inconscio da Freud alla "pragmatica della comunicazione"; stile, grazia e bellezza come condizioni della comunicazione).

Arte, tecnica, natura (Il rapporto tra arte, mito e scienza secondo C. Lévi-Strauss; l'arte come risposta possibile allo sviluppo della tecnica secondo W. Benjamin; tecnica e natura in M. Heidegger).

Creazione e ricezione dell'opera (R. Jausss e il piacere estetico; il problema dell'autore secondo l'ermeneutica).

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Durante il corso saranno introdotte e commentate parti determinate delle opere indicate in bibliografia

### **Bibliografia**

- W. Tatarkiewicz, *Storia di sei Idee*, Palermo, Aesthetica
- C. W. Benjamin, *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*, Torino, Einaudi.
- C. Lévi-Strauss, *Il pensiero selvaggio*, Milano, il Saggiatore
- G. Bateson, *Verso un'ecologia della mente*, Milano, Adelphi
- H.R. Jausss, *Apologia dell'esperienza estetica*, Torino, Einaudi
- T. W. Adorno, *Teoria estetica*, Torino, Einaudi
- M. Heidegger, *Saggi e discorsi*, Milano, Mursia.

### **Esame**

Sono previste prove scritte di verifica durante il corso e come prova finale.

## 01DAP ESTETICA B

Periodo:	4
Crediti:	2
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Roberto SALIZZONI

### **Presentazione del corso**

Il corso si propone di illustrare le principali posizioni espresse nel corso del Novecento dalla filosofia e dalle scienze umane sui temi dell'arte e della bellezza. Estetica filosofica, antropologia, sociologia e psicologia, in un rapporto di dialogo e di reciproco scambio, elaborano teorie ed analisi dei fatti artistici e dei fenomeni della bellezza. È possibile percorrere, seguendo i fili tematici dell'estetica, le aree più interessanti del discorso filosofico ed umanistico del nostro secolo. Il corso propone alcuni di questi percorsi, mirando a chiarire le diverse prospettive metodologiche, a mettere a punto un lessico filosofico essenziale, a introdurre gli autori più significativi.

### **Programma**

In particolare il modulo B propone sviluppi del modulo A attraverso temi e problemi più vicini alla prassi artistica ed estetica in generale  
L'arte astratta e le sue interpretazioni. Museo, collezione, esposizione. Il paesaggio come problema estetico.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Durante il corso saranno introdotte e commentate parti determinate delle opere indicate in bibliografia.

### **Bibliografia**

AA. VV., *The spiritual in Art: Abstract Painting 1890-1985*, New York, Abbeville  
S. Stewart, *On Longing*, Londra, Duke Univ. Press  
J. Clifford, *I frutti puri impazziscono*, Torino, Bollati; e dello stesso autore *Strade*, Torino, Bollati.

### **Esame**

Sono previste prove scritte di verifica durante il corso e come prova finale.

Periodo: 4

Crediti: 3

Precedenze obbligatorie:

Docente: **Paolo VINEIS****Presentazione del corso**

Secondo una diffusa interpretazione la descrizione della natura avviene tramite proposizioni osservative il cui significato non cambia col mutare delle teorie; e le teorie devono il loro valore di verità alla possibilità di tradurle, secondo regole univoche di corrispondenza, in proposizioni osservative. Anche nell'etica troviamo un analogo programma consistente nel derivare decisioni certe da premesse universali associate a regole deduttive (il cosiddetto "principlismo"). Tutti e due i modelli sono entrati in crisi negli ultimi decenni. Esistono però soluzioni alternative. Comune alle proposte di soluzione è la transizione da una concezione basata su leggi univoche e universali ad una concezione più debole fondata su "fuzzy sets". Nelle scienze la teoria dei fuzzy sets si applica per esempio nella classificazione delle specie animali, o delle malattie umane: essa trae essenzialmente origine dalla idea wittgensteiniana delle classificazioni politiche (l'appartenenza alla stessa classe non avviene sulla base di un unico criterio ma di più criteri embricati, come in una corda formata di tanti fili nessuno dei quali è lungo quanto la corda stessa). Anche in campo etico la teoria dei fuzzy sets sembra di una certa utilità: perfino principi categorici come "non uccidere" perdono la loro assolutezza in contesti particolari. La teoria dei fuzzy sets può consentire di risolvere intricati problemi etici e di tener conto del contesto nel formulare un giudizio etico.

**Programma**

L'etica ambientale: le diverse correnti contemporanee. Il paradigma di Georgetown. La tradizione americana e quella europea. Le difficoltà della teoria etica in rapporto con l'evoluzione delle tecnologie. Esempi: la riproduzione assistita, i cibi geneticamente modificati, i tests genetici. Il concetto di fuzzy set applicato alle scienze. Teoria della classificazione. Il concetto di fuzzy set applicato all'etica.

**Bibliografia**

- S. Bartolommei: *Etica e natura*. Laterza, 1995  
R. Dworkin: *Il dominio della vita*. Edizioni di Comunità, 1994  
P. Vineis: *Nel crepuscolo della probabilità*. Einaudi Editore, 1999  
Mark Johnson: *Moral Imagination*. University Chicago Press, 1993.

**Esame**

Si baserà sulla discussione di un caso presentato dallo studente.

## **01DAQ FILOSOFIA DELLA MENTE A (MENTE, CERVELLO E COMPUTER)**

Periodo: 4

Crediti: 3

Precedenze obbligatorie:

Docente: **Alberto VOLTOLINI**

---

### **Presentazione del corso**

Il corso si incentrerà in due parti, la prima di base (A) e la seconda di approfondimento tematico (B). Nella prima parte saranno presentate alcune prospettive fondamentali che si fronteggiano nell'ambito di filosofia della mente intorno alla questione di che cos'è uno stato mentale: la prospettiva dualista, quella comportamentista, quella materialista e quella funzionalista. Quest'ultima sarà vista tanto nella versione più semplice, come funzionalismo causale, quanto nella sua versione più sofisticata, il funzionalismo computazionale. Questa versione permetterà di dedicare specifica attenzione ad un problema che il vertiginoso sviluppo delle scienze cognitive da un lato e dell'intelligenza artificiale dall'altro rende sempre più attuale, ossia se il paragone tra la mente e il computer fornisca la chiave per comprendere che cos'è davvero la mente o sia soltanto uno strumento utile per capire il suo funzionamento. Attraverso l'analisi di queste prospettive, si cercherà di illustrare le due fondamentali opzioni filosofiche che si fronteggiano a proposito della mente: la concezione riduzionista, per cui tutto ciò che è mentale rientra nell'ordine naturale del mondo e può dunque in linea di principio essere studiato dalle scienze naturali, e quella anti-riduzionista, per cui la mente ha certe proprietà speciali, per cui non può essere completamente compresa dalla scienza. Nella seconda parte, i temi trattati nella prima parte verranno riconsiderati alla luce della questione di che cos'è la causazione mentale, ossia del rapporto mente - corpo (cervello) e il problema della loro interazione, e di quali sono gli ostacoli alla realizzazione di un programma di naturalizzazione della mente: il carattere qualitativo e soggettivo degli stati mentali, l'esistenza dei contenuti mentali e dell'intenzionalità, cioè del fatto che gli stati mentali vertano su cose ed eventi del mondo.

### **Programma**

- Il dualismo cartesiano: mente e corpo come sostanze separate.
- Il rifiuto della mente: il programma comportamentista. Limiti del programma.
- Il materialismo radicale e quello moderato: varie teorie dell'identità tra stati mentali e stati cerebrali.
- Il programma funzionalista e l'idea di 'realizzabilità multipla' di uno stato mentale.
- Il funzionalismo computazionale: la mente come un computer. Macchine di Turing, test di Turing; le obiezioni (l'argomento di Searle della 'stanza cinese').

### **Bibliografia**

Testo di riferimento:

Di Francesco, M., *Introduzione alla filosofia della mente*, La Nuova Italia Scientifica, Roma 1996.

Testi di consultazione:

M. Salucci, *Mente/Corpo*, La Nuova Italia, Firenze 1997.

R. Lanfredini, *Intenzionalità*, La Nuova Italia, Firenze 1998.

### **Esame**

L'esame prevederà a fianco della prova orale anche la presentazione di una relazione scritta su un tema trattato nel corso.

# 01DAR FILOSOFIA DELLA MENTE B (MENTE CERVELLO E COMPUTER)

Periodo:	4
Crediti:	2
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Alberto VOLTOLINI

---

## **Presentazione del corso**

Il corso si incentrerà in due parti, la prima di base (A) e la seconda di approfondimento tematico (B). Nella prima parte saranno presentate alcune prospettive fondamentali che si fronteggiano nell'ambito di filosofia della mente intorno alla questione di che cos'è uno stato mentale: la prospettiva dualista, quella comportamentista, quella materialista e quella funzionalista. Quest'ultima sarà vista tanto nella versione più semplice, come funzionalismo causale, quanto nella sua versione più sofisticata, il funzionalismo computazionale. Questa versione permetterà di dedicare specifica attenzione ad un problema che il vertiginoso sviluppo delle scienze cognitive da un lato e dell'intelligenza artificiale dall'altro rende sempre più attuale, ossia se il paragone tra la mente e il computer fornisca la chiave per comprendere che cos'è davvero la mente o sia soltanto uno strumento utile per capire il suo funzionamento. Attraverso l'analisi di queste prospettive, si cercherà di illustrare le due fondamentali opzioni filosofiche che si fronteggiano a proposito della mente: la concezione riduzionista, per cui tutto ciò che è mentale rientra nell'ordine naturale del mondo e può dunque in linea di principio essere studiato dalle scienze naturali, e quella anti-riduzionista, per cui la mente ha certe proprietà speciali, per cui non può essere completamente compresa dalla scienza. Nella seconda parte, i temi trattati nella prima parte verranno riconsiderati alla luce della questione di che cos'è la causazione mentale, ossia del rapporto mente - corpo (cervello) e il problema della loro interazione, e di quali sono gli ostacoli alla realizzazione di un programma di naturalizzazione della mente: il carattere qualitativo e soggettivo degli stati mentali, l'esistenza dei contenuti mentali e dell'intenzionalità, cioè del fatto che gli stati mentali vertano su cose ed eventi del mondo.

## **Programma**

- Il rapporto mente-corpo: sono gli stati mentali causalmente efficaci?
- Il carattere qualitativo del mentale: che cos'è per uno stato mentale l'apparire al suo soggetto come dotato di certe qualità soggettive?
- Il problema del contenuto mentale. L'importanza del contenuto per l'individuazione di uno stato mentale; irriducibilità o meno della proprietà di avere un contenuto per uno stato mentale.
- La questione della 'naturalizzazione dell'intenzionalità': il vertere di uno stato mentale su un certo oggetto è una proprietà che appartiene all'ordine naturale del mondo?

## **Bibliografia**

Testo di riferimento:

Di Francesco, M., *Introduzione alla filosofia della mente*, La Nuova Italia Scientifica, Roma 1996.

Testi di consultazione:

M. Salucci, *Mente/Corpo*, La Nuova Italia, Firenze 1997.

R. Lanfredini, *Intenzionalità*, La Nuova Italia, Firenze 1998.

## Esame

L'esame prevederà a fianco della prova orale anche la presentazione di una relazione scritta su un tema trattato nel corso.

## 01DAY FILOSOFIA E SCIENZA DEL NOVECENTO

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Franca D'AGOSTINI

### Presentazione del corso

Obiettivo del corso è fornire un'immagine chiara e sintetica della situazione della filosofia nel secolo appena trascorso, utilizzando il filo conduttore dei rapporti tra filosofia e scienza. In particolare, sono distinte tre linee orientative nello sviluppo del pensiero del Novecento: a) una filosofia scientifica, ossia rigorosa e orientata al dialogo con la scienza; b) una filosofia che si presenta come alternativa alla scienza e che ritiene di essere in grado di criticare la razionalità scientifica; c) una scienza tendente a ereditare le domande fondamentali della filosofia (ad esempio quali la sociologia, la biologia o la psicoanalisi, che tendono a presentarsi come equivalente moderno di quel che era la filosofia nell'Ottocento).

Il corso intende fornire, di ciascuna delle tre impostazioni, alcuni esempi particolarmente indicativi per comprendere i problemi, le condizioni e le opportunità dei rapporti attuali tra filosofia e scienza.

### Programma

- Due filosofi-scienziati: Freud e Frege (premessa: la filosofia e le scienze del pensiero nei primi anni del Novecento)
- Neopositivismo e filosofia analitica (premessa: l'uso della logica formale in filosofia negli anni trenta-cinquanta)
- Esistenzialismo ed ermeneutica (premessa: la filosofia e il problema dell'essere).

### Bibliografia

Testo d'esame:

F. D'Agostini, *Breve storia della filosofia nel Novecento. L'anomalia paradigmatica*, Einaudi, Torino 1999, capp.: 2, 3, 7, 8, 9, 11

Un testo a scelta tra i seguenti:

G. Frege, "Il pensiero", in *Ricerche logiche*, Guerini, Milano;

S. Freud, un breve testo a scelta da concordare;

R. Carnap, *Introduzione a La costruzione scientifica del mondo*, Utet, Torino;

R. Carnap, "Oltrepassamento della metafisica", in A. Pasquinelli, *Il neoempirismo*, Utet, Torino;

K. Mulligan, "Metaphysique et ontologie", in P. Engel, *Précis de philosophie analytique*, P. U. F.

M. Heidegger, *Introduzione a Essere e tempo*, Longanesi, Milano.

### Esame

Si prevedono esercitazioni orali di commento ai testi e di analisi dei problemi.

Per sostenere l'esame, il candidato dovrà aver partecipato alle esercitazioni scritte e orali svolte durante il corso. L'esame finale prevede una prova orale articolata in due parti: nella prima il candidato dovrà dimostrare la conoscenza dei testi previsti; nella seconda dovrà illustrare documentatamente e criticamente le ragioni di ciascuna delle tre impostazioni studiate (questa seconda parte della prova può essere sostituita con una relazione scritta).

# 01CCA INTRODUZIONE AL PENSIERO CONTEMPORANEO

Periodo: 1

Crediti: 5

Precedenze obbligatorie:

Docente: **Marilena ANDRONICO**

---

## **Presentazione del corso**

Il corso si propone di presentare, ad un livello elementare, concetti, metodi, ed esempi della ricerca filosofica classica e attuale, in vari campi (metafisica, epistemologia, filosofia della mente, filosofia morale, filosofia del linguaggio, filosofia politica). Sarà sottolineata la struttura argomentativa del discorso filosofico, cioè si cercherà di mettere in evidenza in che modo e con quali argomenti sono sostenute le diverse tesi filosofiche di volta in volta esaminate.

## **Programma**

Che cos'è la filosofia? Alcune concezioni della filosofia in: Aristotele, Stoicismo, Locke, Cartesio, Hegel, Wittgenstein; la distinzione tra filosofia analitica e filosofia continentale.

La conoscenza del mondo esterno e il punto di vista scettico

La conoscenza scientifica (concezione ingenua della scienza - induzione - falsificazionismo)

Verità: definizioni di verità e criteri di verità; corrispondenza e coerenza, giustificazione, verifica; realismo e antirealismo.

Linguaggio e significato (la teoria di Frege - la teoria di Kripke - le idee di Wittgenstein)

Il problema mente-corpo (dualismo - riduzionismo - funzionalismo).

L'esistenza di Dio (argomenti per l'esistenza di Dio; Dio e il male).

Libero arbitrio e determinismo.

Giusto e sbagliato in senso morale (ci sono argomenti per l'altruismo? I principi e i valori morali sono universali?).

Giustizia, uguaglianza e libertà: nozioni di filosofia politica.

## **Bibliografia**

N. Warburton, Il primo libro di filosofia, Einaudi, Torino 1999 e T. Nagel, Una brevissima introduzione alla filosofia, Il Saggiatore, Milano 1989, saranno i testi base.

Saranno inoltre usati parti di R. Popkin, A. Stroll, Filosofia per tutti, Il saggiatore, Milano 1997; A. F. Chalmers, Che cos'è questa scienza? - La sua natura e i suoi metodi, Il mulino, Bologna 1992; A. C. Grayling, An introduction to philosophical logic, The harvest press, Sussex, 1982.

## **Esame**

L'esame prevederà la presentazione di una relazione scritta su un testo filosofico concordato col docente, e un compito scritto finale.

# 01CJQ **SOCIOLOGIA DELLE COMUNICAZIONI DI MASSA A**

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Chiara OTTAVIANO</b>

---

## **Presentazione del corso**

Il corso mira a fornire strumenti di conoscenza utili per orientarsi all'interno della società contemporanea, oggi in profonda trasformazione anche rispetto alle innovazioni in corso nei modi e sistemi di comunicazioni. Non si tratta però solo di capire cosa ha implicato in tempi recenti la cosiddetta rivoluzione digitale, ma di comprendere come, sin dalle sue origini, i modi di produzione delle società industriali siano stati profondamente condizionati dai modi di comunicazione e trasmissione delle informazioni. Il corso avrà pertanto carattere interdisciplinare con punti di vista sociologici, economici, storici, culturali. Un'attenzione particolare sarà dedicata alle professioni e alle istituzioni coinvolte, nell'industria e nel mercato, ma anche al ruolo degli utenti finali, i consumatori, che possono o meno adottare le opportunità tecnologiche offerte. L'analisi di alcuni casi relativi all'introduzione di ormai "vecchi" mezzi di comunicazione sarà di ausilio per un approccio critico alla lettura di alcune ipotesi, oggi diffuse, intorno agli effetti e alle conseguenze delle cosiddette nuove tecnologie della comunicazione.

La stessa definizione di comunicazione di massa, coniata negli anni trenta, appare oggi non del tutto adeguata, giacché non comprende le innovazioni, tecniche e sociali, introdotte dalla telematica e dai mezzi che consentono interattività (in particolare Internet).

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Sono previste esercitazioni, con specifica attività di ricerca degli studenti, volte ad una riflessione originale e documentata su Internet.

## **Programma**

La cosiddetta "società dell'informazione": definizioni e quadro teorico

Le tesi di J. Beniger sulla "rivoluzione del controllo", in riferimento all'origine della società dell'informazione.

Cenni sulla storia e l'evoluzione dei mezzi e dei modi di comunicazione

Il tema della negoziazione sociale a proposito dell'introduzione di vecchie e nuove tecnologie della comunicazione: analisi di casi.

## **Bibliografia**

C. Ottaviano, *Mezzi per comunicare. Storia, società e affari dal telegrafo al modem*, Torino, Paravia, 1997

J. Meyrowitz, *Oltre il senso del luogo. L'impatto dei media elettronici nel comportamento sociale*, Bologna, Baskerville 1993

Nel corso delle lezioni saranno forniti materiali in fotocopia e indicazioni di estratti da altri volumi la cui conoscenza è essenziale per la preparazione all'esame (ca. 250pp), nonché un elenco dei saggi entro il quale il candidato sceglierà un secondo volume da presentare all'esame.

## **Esame**

L'esame prevede una prova scritta e una prova orale.

## **01CJR    SOCIOLOGIA DELLE COMUNICAZIONI DI MASSA B**

Periodo: 2

Crediti: 5

Precedenze obbligatorie:

Docente: Chiara OTTAVIANO

---

### ***Presentazione del corso***

Il corso è da intendersi come un approfondimento del modulo I.

Al centro dell'attenzione saranno i mezzi di comunicazione di massa, e in particolare la radio, il cinema e la televisione, "agenti di socializzazione" fra i più significativi nella società contemporanea.

L'attenzione sarà rivolta alla tradizione degli studi sociologici sul tema, ma anche agli aspetti relativi al carattere industriale e agli aspetti del broadcasting, alle professioni coinvolte, agli aspetti legislativi.

Specifiche esercitazioni saranno dedicate all'analisi del linguaggio audiovisivo con esempi tratti da fonti d'archivio come i cinegiornali, e da fonti coeve, come i telegiornali.

### ***Prerequisiti***

Aver superato l'esame del Modulo di Sociologia delle comunicazioni di massa A

### ***Programma***

La comunicazione di massa: definizioni e quadro teorico

Cinema e televisione: la riflessione del pensiero sociologico, tesi a confronto.

Il cinema e la televisione: industria, apparati e legislazione nel caso italiano

Il linguaggio audiovisivo: esercizi con il televisore

Sono previste esercitazioni, con specifica attività di ricerca degli studenti, volte ad una riflessione originale e documentata su Internet.

### ***Bibliografia***

C.Ottaviano, Mezzi per comunicare. Storia, società e affari dal telegrafo al modem, Torino, Paravia, 1997

J. Meyrowitz, Oltre il senso del luogo. L'impatto dei media elettronici nel comportamento sociale, Bologna, Baskerville 1993

Nel corso delle lezioni saranno forniti materiali in fotocopia e indicazioni di estratti da altri volumi la cui conoscenza è essenziale per la preparazione all'esame (ca. 250pp), nonché un elenco dei saggi entro il quale il candidato sceglierà un secondo volume da presentare all'esame.

### ***Esame***

L'esame prevede una prova scritta e una prova orale.

## 01DAS STORIA CONTEMPORANEA A

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Gian Carlo JOCTEAU

---

### **Presentazione del corso**

Il corso intende fornire agli studenti alcune categorie interpretative generali ed elementi di inquadramento cronologico intorno alle principali trasformazioni economiche, sociali e politiche avvenute dalla seconda metà del Settecento ai giorni nostri.

### **Programma**

- La storia contemporanea e le sue periodizzazioni.
- Lo sviluppo economico moderno.
- Il progresso tecnico.
- La rivoluzione industriale inglese e le vie di trasmissione dell'industrializzazione.
- Le vie nazionali all'industrializzazione.
- La crisi delle società di ancien régime.
- L'andamento demografico.
- Classi, ceti e gruppi sociali.
- Lo stato moderno.
- Gli stati liberali.
- Democrazia, socialismo e totalitarismo.
- Gli equilibri geopolitici ed i loro mutamenti.

### **Bibliografia**

- P. Macry, La società contemporanea. Un'introduzione storica, Il Mulino, Bologna, 1995
- S. Pollard, La conquista pacifica. L'industrializzazione in Europa dal 1760 al 1970, Il Mulino, Bologna, 1989.

### **Esame**

La valutazione finale si baserà su una relazione scritta e su una prova orale.

## 01DAT STORIA CONTEMPORANEA B

Periodo:	4
Crediti:	2
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Gian Carlo JOCTEAU

---

### **Presentazione del corso**

Il corso intende fornire agli studenti alcune categorie interpretative generali ed elementi di inquadramento cronologico intorno alle principali trasformazioni economiche, sociali e politiche avvenute dalla seconda metà del Settecento ai giorni nostri.

### **Programma**

Approfondimenti del Modulo A; in particolare su:

Nazione e nazionalismo

Persistenza ai mutamenti nell'Europa fra Otto e Novecento

Lo sviluppo economico italiano

### **Bibliografia**

F. Tuccari, La nazione, Laterza, Bari, 2000

C. Geertz, Mondo globale, mondi locali, Il Mulino, Bologna, 1999

A.J.Mayer, Il potere dell'ancien régime fino alla prima guerra mondiale, Roma-Bari, Laterza, 1982

I.Cafagna, Dualismo e sviluppo nella storia d'Italia, Marsilio, Venezia, 1989

G.Tomolo, Storia economica dell'Italia liberale, 1850-1918. Il Mulino, Bologna, 1988.

### **Esame**

La valutazione finale si baserà su una relazione scritta e su una prova orale.

# 01DAX    **STORIA DELL'INNOVAZIONE** **(L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA PRIMA** **E DOPO LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE)**

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Luisa DOLZA</b>

---

## **Presentazione del corso**

Il corso intende fornire agli studenti una riflessione sul concetto di innovazione tecnologica in una prospettiva storica. A tal fine il corso prende l'avvio da alcune fondamentali premesse metodologiche e dal significato storico, economico e sociale della parola stessa: innovazione. Le valenze economiche e morali, i segni e i metodi di riconoscimento dell'innovazione si sono modificati nel corso dei secoli. Dal mondo antico al Rinascimento l'innovazione non è solo cambiamento, e sul significato di "nuovo" e "utile" si soffermano tecnologi, scienziati, studiosi e politici anche prima della rivoluzione industriale. Da questo momento chiave per la storia della tecnica e dell'innovazione, cambierà l'ampiezza e l'importanza del dibattito, ma i temi rimarranno pressoché invariati. Il corso, articolato su alcuni momenti fondamentali o altamente significativi per l'innovazione tecnologica, prende in esame in parallelo i momenti della storia dell'economia e del pensiero scientifico che hanno modificato o arricchito il significato di innovazione.

## **Programma**

La storia dell'innovazione tecnologica nel mondo moderno e contemporaneo:

- Presentazione del corso: introduzione metodologica e presentazione dei testi di riferimento.
- Il concetto di innovazione: lessico, storia ed economia.
- L'innovazione del Rinascimento: da Leonardo da Vinci agli ingegneri del Cinquecento.
- Il Seicento e l'innovazione: l'importanza dei gesuiti e le grandi opere idrauliche.
- I bisogni delle corti e l'innovazione nelle prime accademie tecnico scientifiche: gli accademici meccanici e i privilegi reali.
- Lettura e commento di qualche testo particolarmente significativo ed emblematico. Cfr. Alcuni manoscritti di Leonardo, la prefazione del Teatro degli strumenti meccanici e matematici di Jacques Besson, alcuni passi del Trattato dell'ingegno di Tesio, le voci in-genio-engine-innovazione nei più importanti dizionari del Cinquecento e Seicento europeo.
- Il ruolo dell'innovazione nella rivoluzione industriale inglese: la relazione scienza-tecnica.
- Politica e proto-industria nel Piemonte preunitario: i privilegi reali, l'Accademia delle Scienze di Torino, Camillo Cavour e Carlo Ignazio Giulio.
- L'innovazione messa in mostra: le grandi esposizioni dell'Ottocento.
- I grandi innovatori dell'Ottocento e del Novecento e i brevetti: il caso americano.
- L'innovazione e la guerra: le fabbriche, le donne e la ricerca tecnologica nelle due guerre mondiali.
- L'innovazione e la religione: il rapporto con le religioni monoteiste dal Rinascimento ad oggi.

- Le innovazioni fallite: alcuni casi di innovazioni mancate.
- Innovazione ed industria nel dopoguerra italiano.
- Lettura e commento di testi emblematici per le tematiche affrontate nella seconda parte del corso come, a titolo di esempio, alcuni passi delle opere di Schumpeter, qualche pratica di privilegio dell'ottocento e il Capitale di Marx.

## Bibliografia

I testi di base:

C.M. Cipolla, Uomini, tecniche, economie, (Feltrinelli), Milano 1998.

V. Marchis, Storia delle macchine, (ed. Laterza), Roma-Bari 1994.

V. Marchis (a cura di), Storia delle scienze. Vol.v (Conoscenze scientifiche e trasferimento tecnologico), (Einaudi), Torino 1995.

N. Rosenberg, Dentro la scatola nera, (Il mulino), Bologna 1991.

Per ogni singola tematica saranno indicati, all'inizio del corso, una serie di riferimenti bibliografici specifici.

## Esame

Per sostenere l'esame è richiesta la presentazione di una relazione scritta sull'approfondimento scelto in accordo con il docente. Detta relazione sarà discussa in sede di accertamento nell'esame orale finale.

## 01DAU    **STORIA DELLA FILOSOFIA CONTEMPORANEA A**

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Alberta REBAGLIA</b>

---

### **Presentazione del corso**

Il corso intende offrire un panorama quanto più possibile articolato del susseguirsi delle idee che -come presupposti o come conseguenze dirette- risultano essere alla base dello sviluppo tecnologico e scientifico, che ha fortemente improntato il Novecento. I caratteri dell'impresa scientifica contemporanea, tanto nei suoi aspetti 'teorici' (di elaborazione di ipotesi fisiche e di modelli matematici) quanto in quelli 'pratici' (di sperimentazione e di ricerca di laboratorio), sono strettamente connessi ai destini dell'industrializzazione e in generale delle applicazioni di tipo tecnologico. Nel corso verrà posto in evidenza come sia i processi di fabbricazione manifatturiera sia gli attuali sistemi di produzione integrati e globali non sono l'esito di un semplice accumularsi di saperi tecnici. Verrà sottolineato come queste stesse conoscenze di base sono il risultato dell'intrecciarsi e dello stratificarsi di sollecitazioni provenienti da un più vasto ambito di suggestioni e di influenze complessivamente culturali. Colui che svolge un'attività scientifica o tecnologica deve infatti essere pienamente consapevole di operare all'interno di tale sistema dinamico, in un orizzonte collettivo in cui strategie e finalizzazioni dei programmi di ricerca e dei piani di innovazione sono significativamente correlati, e danno luogo a sviluppi coordinati e congruenti, proprio (e soprattutto) in quanto sono collocati all'interno di un tessuto organico di idee, concetti, ragioni che nel loro insieme rappresentano il "clima" culturale di ogni specifica epoca storica.

### **Programma**

Nel corso verranno trattati i seguenti argomenti:

- L'idea di ragione e la nascita della scienza moderna
- L'idea di progresso e il passaggio dall'ambito della tecnica a quello della tecnologia
- L'osservazione empirica nell'epoca dei laboratori scientifici e della ricerca industriale
- Possibilità e limiti della tecnoscienza come impresa collettiva.

Sono previsti alcuni seminari di approfondimento.

### **Bibliografia**

G. Vattimo, *Tecnica ed esistenza. Una mappa filosofica del Novecento*, Paravia Scriptorium, Torino 1997

A. Rebaglia, *Scienza e verità. Introduzione all'epistemologia del Novecento*, Paravia Scriptorium, Torino 1997

Ulteriore materiale didattico verrà fornito in occasione dei seminari.

### **Esame**

È richiesta una relazione scritta su uno a scelta fra gli autori trattati nei seminari. L'esame orale verterà sulla discussione della relazione, inserita nel contesto del programma svolto.

# 01DAV STORIA DELLA FILOSOFIA CONTEMPORANEA B

Periodo:	4
Crediti:	2
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Alberta REBAGLIA</b>

---

## **Presentazione del corso**

Nel corso verranno analizzate le tematiche che si sono sviluppate intorno all'idea centrale di artefatto, avendo quale obiettivo il chiarimento delle profonde trasformazioni subite nell'ambito del pensiero del Novecento da tale concetto, e da quelli a esso correlati di agire, intervenire, inventare. Il rapporto tra 'prodotto artificiale' e 'fatto naturale' ha subito cambiamenti rilevanti; e altrettanto radicalmente modificato risulta essere il nesso tra artefice e oggetto del suo lavoro. Questi mutamenti saranno seguiti a partire da quanto esposto nel modulo A circa l'impostazione concettuale che è alla base della pratica artigianale e dello svolgersi dell'indagine scientifica (entrambe premesse indispensabili all'evoluzione tecnologica e industriale). Si esamineranno, quindi, le molte e significative implicazioni derivanti dai processi di produzione di serie, caratteristici della fase di industrializzazione che ha segnato l'inizio del secolo, e dal successivo sviluppo dell'automazione e degli odierni sistemi di produzione integrati, nei quali l'informatizzazione assume un ruolo sempre più pervasivo che conduce all'affermarsi delle discipline "meccatroniche".

In quest'ultimo contesto -dove si assiste a una crescente "virtualizzazione" dei processi di apprendimento, di progettazione, di produzione, con una conseguente "smaterializzazione" dei beni e dei servizi- l'imporsi dell'inedita categoria del virtuale sarà valutata con attenzione particolare, poiché essa eredita l'idea tradizionale di "artificiale" e la trasforma profondamente, ampliandone i confini all'ambito di una nuova concezione della "realtà": non più sostanziale, ma ricca di una concretezza nuova, dinamica, flessibile.

## **Programma**

Nel corso verranno trattati i seguenti argomenti:

- Il concetto di artificiale nella civiltà industriale novecentesca
- La rivoluzione cibernetica e il suo impatto culturale
- Il concetto di virtuale nella odierna civiltà dell'informazione.

Sono previsti alcuni seminari di approfondimento.

## **Bibliografia**

A. Rebaglia, *Artificiale e virtuale. Tematiche di filosofia della tecnologia*, Paravia Scriptorium, Torino, in preparazione.

Ulteriore materiale didattico verrà fornito in occasione dei seminari.

## **Esame**

È richiesta una relazione scritta su uno a scelta fra gli autori trattati nei seminari. L'esame orale verterà sulla discussione della relazione, inserita nel contesto del programma svolto.

# 01CLW STORIA DELLA TECNICA A (SOCIETÀ, ECONOMIA, SCIENZA)

Periodo:	1
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Vittorio MARCHIS

---

## **Presentazione del corso**

Il corso vuole fornire agli studenti la capacità di inquadrare gli oggetti e i sistemi tecnici nella loro prospettiva storica. A tal fine il corso prende l'avvio da alcune fondamentali premesse sul concetto di storia, sul ruolo e sulle finalità della ricerca storica, e specificamente sul significato della storia della tecnologia. In parallelo sono presi in esame i momenti salienti della storia dell'economia e del pensiero scientifico.

Il corso è armonizzato con quello di Storia della tecnica B (UM028) che può essere considerato, ancorché non esclusivamente, come il suo seguito. Non è richiesto alcun corso propedeutico.

## **Programma**

La storia della tecnica nel mondo moderno e contemporaneo:

- La storia come scienza. Le scritture come fondamento della storia: il documento. La ricerca storica. I temi e le idee della storia. Cronologia e storia. La storia e "le storie". La rivoluzione agricola e la rivoluzione industriale.
- La "scienza nuova" e il passaggio "dal mondo del pressappoco all'universo della precisione" (A.Koyré). La nascita della metallurgia nel '500; la "meccanica" da Guidobaldo del Monte a Galilei a Newton; la nascita delle Accademie e delle istituzioni scientifiche. Il macchinismo e il mito del progresso. Il Settecento e la coscienza della tecnologia. L'Illuminismo e le Enciclopedie.
- La Rivoluzione industriale. L'industria dei metalli e gli arsenali. Il vapore. L'istruzione tecnica. L'Ottocento e il trionfo delle macchine.
- La grande industria: Il macchinismo e la diffusione del sistema di fabbrica: Inghilterra, Francia, Germania, Italia. La nascita dell'elettricità. I sistemi tecnici: il telegrafo; le ferrovie; l'industria chimica. I politecnici e le scuole di ingegneria. La diffusione del sapere tecnico: le Esposizioni industriali; i brevetti. L'ottimismo "fin-de-siècle". Le crisi e le speranze del XX secolo. Le costruzioni in ferro e in cemento armato.
- I contesti economici nella società industriale. Le interpretazioni dei fenomeni economici. (A.Smith, D.Ricardo, K.Marx, J.Schumpeter, J.M.Keynes, G.Friedman, N.Rosenberg).
- La macchina tra utopie e realtà. Le utopie tecnologiche, l'idea di progresso e lo sviluppo della società industriale.

Modalità di svolgimento delle lezioni:

Il corso è svolto durante il primo semestre e prevede una frequenza settimanale di sei ore di lezione. A fianco delle lezioni istituzionali sono previsti seminari di approfondimento e conferenze tenute da esperti.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Durante il corso, gli studenti affronteranno la lettura critica di un saggio scelto da un elenco di titoli proposti dal docente. Su tale lettura e sui suoi approfondimenti verterà la relazione scritta che dovrà essere preparata per la valutazione finale.

## Bibliografia

- G. Anders, L'uomo è antiquato. La terza rivoluzione industriale, (Bollati Boringhieri), Torino 1992.
- C.M. Cipolla, Uomini, tecniche, economie, (Feltrinelli), Milano 1998.
- V. Marchis, Storia delle macchine, (Ed. Laterza), Roma-Bari 1994.
- V. Marchis (a cura di), Storia delle scienze. vol.V (Conoscenze scientifiche e trasferimento tecnologico), (Einaudi), Torino 1995.
- M. Nacci, La crisi del progresso. Saggio di storia delle idee 1895-1935, (Guerini e Associati), Milano 1994.

## Esame

Per sostenere l'esame è richiesta la presentazione di una relazione scritta sull'approfondimento scelto in accordo con il docente. Detta relazione sarà discussa in sede di accertamento nell'esame orale finale.

# 01CLX STORIA DELLA TECNICA B (L'ETÀ DELLA TECNICA: IL XX SECOLO E LO SPAZIO)

Periodo:	2
Crediti:	5
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	Vittorio MARCHIS

---

## **Presentazione del corso**

Il corso vuole fornire agli studenti gli strumenti dell'indagine storica per inquadrare gli sviluppi della tecnologia e dell'industria nel XX secolo, in relazione ai contesti socio-culturali in cui hanno subito la loro evoluzione.

Il corso, è composto da una prima serie di lezioni sui criteri interpretativi e valutativi dei fenomeni specifici dello sviluppo tecnologico e industriale del XX secolo a cui segue un approfondimento monografico su un particolare settore. Per l'anno accademico in corso viene presa in esame la scienza e l'industria aerospaziale dal 1930 sino al 1970.

Il corso è armonizzato con quello di Storia della tecnica A (UM027) che può essere considerato, ancorché non esclusivamente, la sua premessa generale. Non è richiesto alcun corso propedeutico.

## **Programma**

- Gli scenari del XX secolo: La nascita dell'aeronautica. Il sistema industriale e il modello tayloristico. I grandi sistemi tecnici: elettricità, telecomunicazioni, trasporti. I limiti dello sviluppo. Le rivoluzioni informatiche. La Big Science e i Large Systems.
- La storia della tecnica. Una storia di contesti socioeconomici.
- La storia della scienza e la storia del pensiero scientifico. I grandi temi del pensiero scientifico moderno in relazione alla società industriale contemporanea. La società dell'informazione.
- Le origini dell'industria missilistica.
- L'industria bellica e l'armamento missilistico nel secondo conflitto mondiale.
- La corsa USA-URSS allo spazio.
- La conquista della Luna.
- I nuovi contesti aerospaziali europei.

Modalità di svolgimento delle lezioni:

Il corso è svolto durante il secondo semestre e prevede una frequenza settimanale di sei ore di lezione. A fianco delle lezioni istituzionali sono previsti seminari di approfondimento e conferenze tenute da esperti.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Durante il corso, gli studenti affronteranno la lettura critica di un saggio scelto da un elenco di titoli proposti dal docente. Su tale lettura e sui suoi approfondimenti verterà la relazione scritta che dovrà essere preparata per la valutazione finale.

## **Bibliografia**

J. R. Beniger, *Le origini della società dell'informazione. La rivoluzione del controllo.*, (Utet Libreria), Torino 1995

- A.D. Chandler jr., Dimensione e diversificazione. Le dinamiche del capitalismo industriale, (Il Mulino), Bologna 1994.
- D. Harvey, La crisi della modernità, (Il Saggiatore), Milano 1993.
- V. Marchis, Wernher von Braun, (Le Scienze), Milano 2000.
- V. Marchis (a cura di), Storia delle scienze. vol.V (Conoscenze scientifiche e trasferimento tecnologico), (Einaudi), Torino 1995.
- M. McLuhan, Gli strumenti del comunicare, (Il Saggiatore), Milano 1997.
- M. Nacci, La crisi del progresso. Saggio di storia delle idee 1895-1935, (Guerini e Associati), Milano 1994.
- D. Noble, La questione tecnologica, (Bollati Boringhieri), Torino 1993.
- N. Rosenberg, Dentro la scatola nera, (Il Mulino), Bologna 1991.

## Esame

Per sostenere l'esame è richiesta la presentazione di una relazione scritta sull'approfondimento scelto in accordo con il docente. Detta relazione sarà discussa in sede di accertamento nell'esame orale finale.

## 01DAZ    **TECNICHE DI SCRITTURA**

Periodo:	4
Crediti:	3
Precedenze obbligatorie:	
Docente:	<b>Marina BELTRAMO</b>

---

### **Presentazione del corso**

Negli ultimi anni la scrittura ha assunto una nuova centralità nell'ambito della comunicazione sia personale sia professionale. La quantità di testi scritti che ognuno di noi deve leggere e produrre è notevolmente aumentata (si pensi ad esempio alla diffusione della posta elettronica), e sono aumentate le aspettative circa la qualità del prodotto scritto. Lo scrivere bene non è più prerogativa esclusiva di quei letterati che sanno maneggiare una lingua alta impiegando sottili artifici retorici: con l'espressione scrivere bene oggi si intende piuttosto l'abilità di comunicare i concetti in modo efficace, chiaro e accurato, producendo il tipo di testo che meglio si adatta alla situazione comunicativa. Scrivere, e scrivere bene, è un'abilità richiesta pressoché a tutti: ci si aspetta la produzione di buoni documenti scritti da chiunque svolga una professione all'interno di una struttura organizzativa anche molto semplice, o sia impegnato in compiti che implicano attività di progetto, comunicazione di dati, notizie, risultati.

Questo corso si propone di avvicinare gli studenti alla scrittura, in particolare a quella tecnico-scientifica, offrendo loro gli strumenti teorici e pratici per familiarizzare con un mezzo di comunicazione spesso sottovalutato e spesso origine di dubbi e difficoltà. Saranno presentati principi, tecniche, procedure e strumenti per ottenere un buon testo scritto che esibisca quegli aspetti di organizzazione concettuale e di accuratezza formale per i quali si possa parlare di prodotto professionale.

### **Programma**

La comunicazione

- Modelli
- Applicazioni
- La comunicazione orale e la comunicazione scritta

I testi

- Che cosa fa di un insieme di parole un testo?
- Tipi e generi testuali
- Testi con vincoli

Il testo come processo

- Pianificazione
- Stesura
- Revisione

I testi tecnico-scientifici: principi di technical writing

- Aspetti di pianificazione
  - La situazione comunicativa
  - Scalette standard
- Aspetti linguistici
  - I linguaggi settoriali
  - Strutture sintattiche
  - Elementi di coesione

- Convenzioni
- Usò delle risorse tipografiche
- Simboli
- Illustrazioni.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Il corso prevede esercitazioni con l'impiego di strumenti informatici.

### **Bibliografia**

A inizio corso saranno disponibili delle dispense che costituiranno il testo di riferimento principale. Eventuali integrazioni saranno indicate durante il corso e rese disponibili in forma di fotocopia.

### **Esame**

L'esame è costituito da un test sui contenuti affrontati durante il corso e da una relazione scritta.

Durante il corso, gli studenti possono sostenere alcune prove brevi, nelle quali sono chiamati ad applicare quanto discusso a lezione. Il superamento di queste sostituisce la relazione scritta conclusiva.

C1440	Impianti di trattamento acque reflue	38
C2041	Impianti di trattamento degli effluenti gassosi	42
C2643	Impianti di trattamento degli effluenti liquami	46
E3740	Impianti di depurazione	48
EA104	Ingegneria delle macchine a turbina	48
C2110	Integrazione	50
C3420	Integrazione	52
C2400	Integrazione	54
MA440	Materiali e modelli per il design delle macchine	54
M3500	Materiali polimerici, plastici e processi stampati	54
E3770	Materiali per l'automazione e la gestione di sistemi	54
C1101	Materiali per applicazioni speciali, degradazione e riciclo dei polimeri	54
C2050	Materiali per ingegneria biomedica	54
C2900	Materiali per ingegneria chimica	54
C4020	Materiali per ingegneria meccanica	54
C4050	Materiali per ingegneria dei materiali macromolecolari	54
C4070	Materiali per ingegneria elettrica	54
C4080	Materiali per ingegneria della chimica fine	54
C4090	Materiali per ingegneria della chimica fine II	54
C4100	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4110	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4120	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4130	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4140	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4150	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4160	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4170	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4180	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4190	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4200	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4210	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4220	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4230	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4240	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4250	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4260	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4270	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4280	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4290	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4300	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4310	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4320	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4330	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4340	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4350	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4360	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4370	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4380	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4390	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4400	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4410	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4420	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4430	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4440	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4450	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4460	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4470	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4480	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4490	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54
C4500	Materiali per ingegneria dell'industria chimica	54