

**CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA
AERONAUTICA**

PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DI CORSO DI LAUREA

Giuseppe BUSSI

Dipartimento di Energetica

COMMISSIONE PROVE DI SINTESI

Giuseppe BUSSI	Dip. di Energetica
Sergio CHIESA	Dip. di Ingegneria Aeronautica e Spaziale
Marco DI SCIUVA	" "
Maurizio PANDOLFI	" "
Fiorenzo QUORI	" "
Daniela TORDELLA	" "

COMMISSIONE PER L'ESAME DEI PIANI DI STUDIO INDIVIDUALI

Guido COLASURDO	Dip. di Energetica
Claudio CANCELLI	Dip. di Ingegneria Aeronautica e Spaziale
Massimo GERMANO	" "
Giulio ROMEO	" "
Furio VATTA	" "

1. Profilo professionale

L'ingegneria aeronautica approfondisce con tutti i mezzi teorici e sperimentali la conoscenza dei fenomeni fisici che sono coinvolti nel funzionamento e nel comportamento degli aeromobili nel loro complesso e dei loro componenti, e si preoccupa di acquisire la capacità di realizzare le macchine stesse. In particolare si occupa di componenti e di aspetti che non trovano riscontro in altri rami dell'ingegneria e di componenti e aspetti che, pur essendo presenti in altri rami, acquistano in aeronautica caratteristiche particolari. Per i componenti e le tecnologie che hanno grande diffusione anche in altri rami dell'ingegneria o che addirittura ne costituiscono l'oggetto principale, l'aeronautica studia la loro integrazione nei sottosistemi e nei sistemi. Costituiscono inoltre argomenti di interesse gli aspetti economici di tutte le attività di realizzazione e gestione dei sistemi aeronautici.

I contenuti culturali dell'aeronautica, così come attualmente risulta dalla sua evoluzione, possono essere meglio sintetizzati premettendo che tutto ciò che entra a far parte di un aeromobile deve essere realizzato (ideato, progettato, costruito) nonché gestito in modo da ottenere minimi oneri (costi, peso e simili), garantendo sicurezza adeguata alle aspettative della collettività. Da una parte vengono stabilite normative opportune a difesa dell'integrità delle persone e dall'altra si soddisfano i dettami di tali normative.

Se anche l'apparato teorico sotteso alla ingegneria aeronautica non può, per estensione e per peculiarità, non riflettersi fortemente nel modo con cui di questa viene organizzato l'insegnamento, è tuttavia necessario che l'organizzazione e la sostanza degli studi mantengano sempre viva la comprensione del rapporto che intercorre fra i problemi reali e le analisi che, con l'aiuto di modelli fisici e matematici, se ne possono fare, offrendo anche una sintesi panoramica di quelle nozioni e conoscenze che costituiscono il risultato dell'attività pratica e che caratterizzano la "professionalità".

Pertanto gli obiettivi culturali che il Corso di laurea in Ingegneria Aeronautica si propone di conseguire e le professionalità che intende fornire sono in stretta relazione al duplice fine di creare una figura dotata di una mentalità tecnico-scientifica matura per affrontare attivamente i problemi che lo sviluppo di nuovi prodotti aeronautici pone, e, nel contempo, qualificata allo svolgimento delle attività richieste in ambito industriale e in ambiti affini, mediante una conoscenza di base delle problematiche peculiari della tecnica aeronautica e delle sue linee di sviluppo.

I possibili sbocchi per i laureati in Ingegneria aeronautica sono sostanzialmente presso aziende costruttrici di aeromobili o di componenti, aziende o compagnie di gestione e servizi, enti di controllo, università e istituti di ricerca.

Per quanto riguarda le necessità delle ditte costruttrici, è importante osservare come, nell'ambito dell'ingegneria aeronautica, l'attività di progettazione rappresenti, a differenza della maggior parte delle specializzazioni, lo sbocco professionale di gran lunga più diffuso. Questo fatto deriva dalla caratteristica del prodotto aeronautico (caratteristica che ovviamente si riflette sulle aziende generatrici di tale prodotto) di essere di elevata complessità tecnologica e impegno finanziario, e quindi di complessa e approfondita progettazione, e, contemporaneamente, di essere prodotto in serie numericamente limitate.

Ne consegue un massiccio impiego di ingegneri aeronautici in attività di progettazione anche di livello concettuale non elevatissimo, ancorché essenziali per la realizzazione del prodotto, quali l'impiego di modelli in programmi di calcolo e l'analisi e l'elaborazione dei dati sperimentali o di calcolo. (Una prevedibile ottimizzazione di risorse intellettuali e umane sarà quindi data dall'impiego, anche in contesto progettuale, come nelle attività ora accennate, delle

future figure professionali quali "ingegneri di 1° livello" o "ingegneri diplomati", se e quando tale livello verrà istituito).

In generale l'attività di progettazione aeronautica richiede una base consolidata di conoscenza delle problematiche e delle linee di sviluppo della tecnica aeronautica e delle appropriate impostazioni dei problemi della sicurezza e affini. Inoltre, le funzioni di coloro a cui è richiesto il controllo più o meno esteso dei problemi del sistema velivolo e della pianificazione della attività produttive, si caratterizzano anche per una marcata interdisciplinarietà.

Per operare nell'ambito degli enti di controllo si richiede una preparazione assai vicina a quella adatta per le aziende costruttrici, in quanto le due attività sono in continuo confronto dialettico.

Infine, si osserva che i modi di operare di un'azienda di "servizio aeronautico", quale una compagnia di navigazione, evidenziano, rispetto a quella delle ditte costruttrici, un'attenuazione degli aspetti progettativi e una maggiore attenzione verso gli aspetti gestionali ed organizzativi. Le aree interessate sono però coincidenti, anche perché solitamente le aziende di servizio effettuano direttamente operazioni di revisione ed altre del tutto analoghe ad operazioni effettuate in alcune fasi della costruzione. In particolare la conoscenza dei materiali e dei relativi mezzi (non distruttivi) di controllo è patrimonio comune ai due tipi di azienda.

2. Caratterizzazione del Corso di laurea in Ingegneria Aeronautica

La definizione della figura professionale dell'ingegnere aeronautico, così come nasce dalle esigenze dei vari settori d'impiego, fa sì che il corso di laurea in Ingegneria Aeronautica costituisca una delle articolazioni dell'Ingegneria Industriale alla quale afferisce per le implicazioni professionali legate alle grandi aree tecnico-culturali, pur distaccandosene per la specificità delle competenze richieste e degli approcci metodologici, legati alla peculiarità del prodotto.

Il corso di laurea si ispira sostanzialmente ad un duplice punto di vista nel presentare la complessa materia dell'Ingegneria Aeronautica: la progettazione, e la produzione e gestione del mezzo aereo, con riferimenti agli aspetti economico-energetici di tali punti

Il curriculum degli studi, mirato a fornire un corpo di conoscenze teoriche, sperimentali, applicative e normative ritenute necessarie a formare le suddette cultura e figura professionale, si articola su 29 insegnamenti, ripartiti in 25 obbligatori e 4 di orientamento.

Vengono forniti nel complesso i fondamenti matematici, fisici e metodologici necessari e un corpo di conoscenze teoriche, sperimentali, pratiche e sulla normativa vigente ritenuti necessari per un ingegnere che debba occuparsi nei settori precedentemente elencati, sia in attività tipiche dell'attuale livello della tecnica sia in programmi di sviluppo di tale livello. Successivamente eroga le competenze tipiche del settore industriale, mediante corsi prevalentemente sviluppati al livello di preparazione generale e di individuazione dei principi fondamentali.

Il curriculum si caratterizza quindi nella complessa materia tipica dell'Ingegneria Aeronautica, comprendente corsi sviluppati e organizzati con l'intento di fornire su ciascuna delle aree di interesse (correlate alle funzioni dell'Ingegnere Aeronautico), un livello culturale idoneo sia a costituire valida base per successivi arricchimenti specialistici nelle discipline di orientamento, sia a consolidare una formazione interdisciplinare atta a cogliere l'auspicabile visione d'insieme del sistema-velivolo.

Il curriculum si chiude quindi sulle materie specialistiche degli Orientamenti che il Corso di laurea propone sulla base delle funzioni e aree di attività precedentemente individuate. Gli Orientamenti al momento proposti sono:

- Aerogasdinamica
- Costruzione di motori
- Meccanica del volo
- Propulsione
- Sistemi
- Strutture

3. Insegnamenti obbligatori

Le basi generali per la comprensione dei fenomeni fisici e chimici sono fornite in due corsi di *Fisica* e uno di *Chimica*. L'acquisizione dei necessari strumenti matematici di base è ottenuta mediante due corsi di *Analisi matematica* ed uno di *Geometria*. Ad essi si aggiunge un corso di *Meccanica razionale* che, sviluppando concetti ed utilizzando strumenti precedentemente acquisiti, avvia alle discipline applicative caratterizzanti gli studi di ingegneria. Inoltre il corso di *Fondamenti di informatica* introduce alle problematiche dei moderni sistemi per il calcolo, la gestione e la rappresentazione.

Otto annualità sono volte a fornire la cultura ingegneristica di base con riferimento:

- alla meccanica (*Meccanica applicata alle macchine*);
- al calcolo delle strutture (*Scienza delle costruzioni*);
- al calcolo di componenti di macchine (*Costruzione di macchine*);
- alla termodinamica e allo scambio termico (*Fisica tecnica*);
- all'elettrotecnica (*Elettrotecnica*);
- all'elettronica (*Elettronica applicata*);
- alle tecniche di rappresentazione (*Disegno tecnico industriale*);
- alla gestione dell'impresa (*Economia e organizzazione aziendale*).

L'obiettivo di fornire una preparazione professionale ugualmente approfondita nei diversi settori di studio che concorrono alla realizzazione del prodotto aeronautico, ha richiesto:

- due insegnamenti (*Macchine e Motori per aeromobili*) per le nozioni sui componenti e le prestazioni dei propulsori;
- due insegnamenti (*Aerodinamica e Gasdinamica*) per i principali metodi di studio della meccanica dei fluidi;
- un insegnamento (*Meccanica del volo*) per le prestazioni e le caratteristiche di volo degli aeromobili;
- due insegnamenti (*Costruzioni aeronautiche e Progetto di aeromobili*) per la descrizione delle strutture ed i metodi di calcolo;
- due insegnamenti (*Scienza e tecnologia dei materiali aeronautici ed aerospaziali e Tecnologia delle costruzioni aeronautiche*) per le tecnologie dei materiali e delle lavorazioni aeronautiche.

4. Quadro didattico degli insegnamenti obbligatori

<i>Anno</i>	<i>1° periodo didattico</i>	<i>2° periodo didattico</i>
1	Analisi matematica I Chimica	Geometria Fisica I Disegno tecnico industriale
2	Analisi matematica II Fisica II Fondamenti di informatica	Meccanica razionale Elettrotecnica Scienza e tecnologia dei materiali aeronautici e aerospaziali
3	Scienza delle costruzioni Aerodinamica Fisica tecnica	Meccanica applicata alle macchine Costruzioni aeronautiche 01
4	Macchine Meccanica del volo Elettronica applicata	Costruzione di macchine Gasdinamica Tecnologie delle costruzioni aeronautiche
5	Progetto di aeromobili Motori per aeromobili 02	03 04 Economia ed organizzazione aziendale

01,02, 03, 04 Corsi di Orientamento

Il quadro sopra riportato presenta sinotticamente la successione temporale delle materie obbligatorie, nonché la posizione delle 4 materie di orientamento.

4. Insegnamenti di Orientamento

Ogni orientamento è costituito da 4 insegnamenti di estensione annuale, distribuiti negli anni e nei periodi didattici come già indicato con le posizioni 01, 02, 03 e 04;

Per ogni posizione possono eventualmente aversi una o più scelte di insegnamenti. L'attuale disponibilità di corsi permette di strutturare gli orientamenti come indicato nel

quadro seguente.

Orientamento Aerogasdinamica

- 01 Calcolo numerico *oppure*
Matematica applicata
- 02 Aerodinamica II *oppure*
Fisica dei fluidi e magnetofluidodinamica
- 03 Fluidodinamica delle turbomacchine *oppure*
Gasdinamica II
- 04 Principi di aeroelasticità *oppure*
Aerodinamica sperimentale

Orientamento Costruzione di motori

- 01 Calcolo numerico
- 02 Costruzione di motori per aeromobili
- 03 Tecnologia meccanica
- 04 Principi di aeroelasticità

Orientamento Meccanica del volo

- 01 Calcolo numerico
- 02 Dinamica del volo
- 03 Meccanica del volo dell'elicottero
- 04 Dinamica del volo spaziale *oppure*
Sperimentazione di volo

Orientamento propulsione

- 01 Calcolo numerico *oppure*
Matematica applicata
- 02 Propulsione aerospaziale
- 03 Fluidodinamica delle turbomacchine
- 04 Endoreattori

Orientamento Sistemi

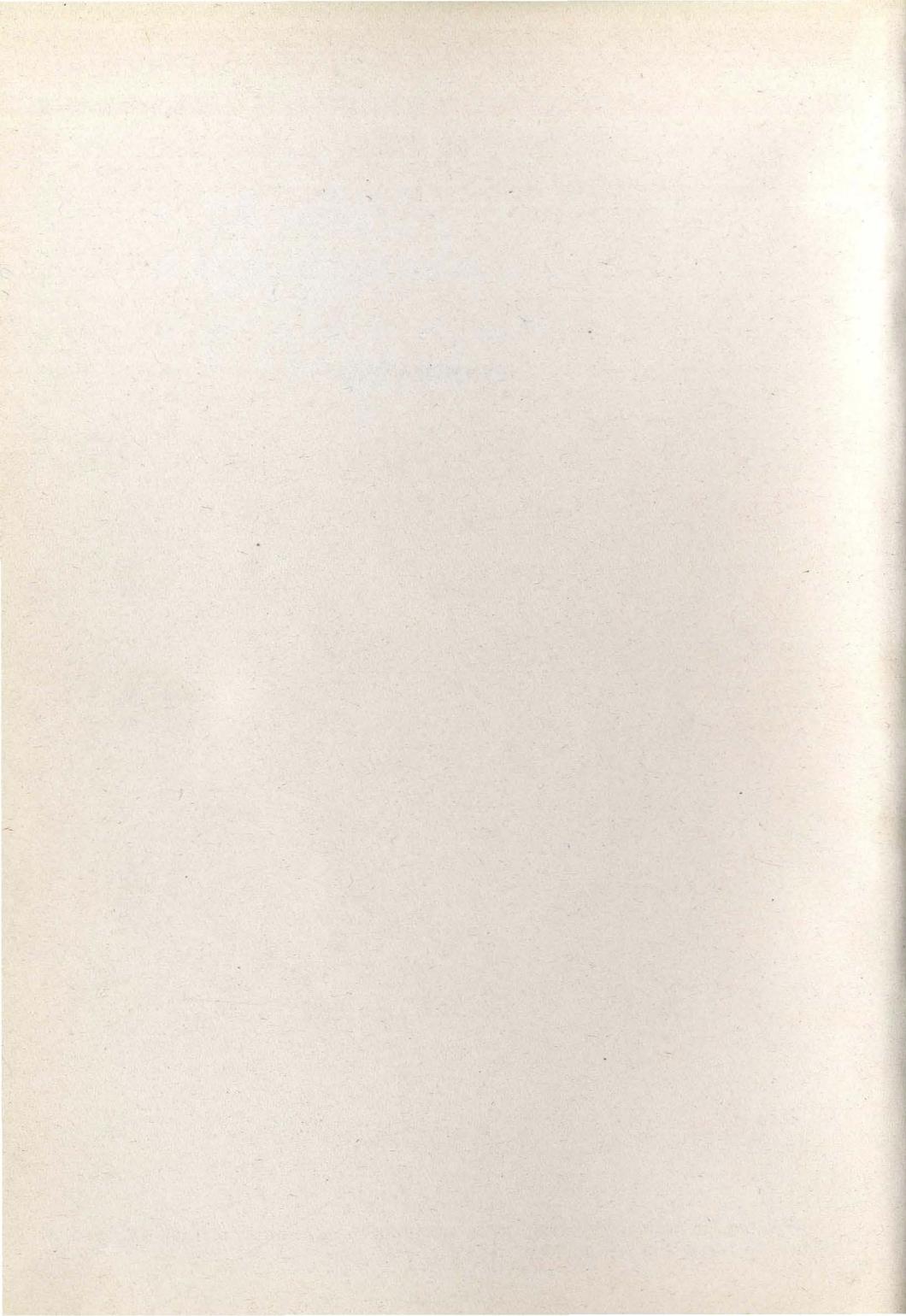
- 01 Calcolo numerico
- 02 Impianti aeronautici
- 03 Progetto dei sistemi aerospaziali
- 04 Strumentazione aeronautica

Orientamento Strutture

- 01 Strutture aeronautiche
- 02 Costruzioni di motori per aeromobili
- 03 Progettazione di strutture aerospaziali
- 04 Costruzioni aeronautiche II

PROGRAMMI

Seguono, in ordine alfabetico, i programmi degli insegnamenti ufficiali del Corso di laurea in Ingegneria Aeronautica, del 1° , 2° e 3° anno.



B0050 AERODINAMICA

Prof. Fiorenzo QUORI

Dip. di Ingegneria Aeronautica e Spaziale

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	80	40	16
Settimanale (ore)	6	4	—

Scopo del corso è fornire le nozioni fondamentali sulla meccanica dei fluidi e indicare i principali metodi per effettuare i calcoli aerodinamici che interessano l'Ingegneria Aeronautica, in particolare la determinazione delle proprietà aerodinamiche dei profili alari, dei solidi di rotazione e delle ali di allungamento finito, sia in corrente subsonica sia in corrente supersonica. Le lezioni sono integrate da esercitazioni analitiche, numeriche e sperimentali. Nozioni propedeutiche: è sufficiente avere seguito i normali corsi del biennio.

PROGRAMMA

Considerazioni generali sul moto di un corpo in un mezzo fluido. Azioni meccaniche sul corpo. Coefficienti adimensionali di forza e di momento; loro dipendenza dai numeri di Reynolds e di Mach. Cenni sullo strato limite. Correnti incompressibili non viscosse. Equazioni di continuità, quantità di moto ed energia cinetica. Correnti incompressibili piane. Campi di moto semplici. Funzioni di variabile complessa e loro proprietà. Metodo delle trasformazioni conformi per lo studio del campo attorno ad un profilo alare. Teorema di Kutta-Joukowski. Teoria approssimata dei profili sottili e poco curvi. Correnti incompressibili spaziali. Campo attorno a un solido di rotazione sottile. Ali di apertura finita di grande e piccolo allungamento: teorie di Prandtl e di Jones. Correnti compressibili: equazioni di continuità, quantità di moto, energia ed entropia. Velocità del suono. Grandezze di arresto e critiche. Direzioni e linee caratteristiche e loro proprietà. Correnti subsoniche piane linearizzate e non linearizzate. Piano odografico e sue proprietà. Onde d'urto rette e oblique. Studio di getti e profili alari supersonici. Resistenza d'onda.

ESERCITAZIONI

Di laboratorio: con piccola galleria del vento subsonica. In aula: analitiche e di calcolo numerico, eventualmente con l'impiego di tabelle numeriche.

LABORATORI

Visita del laboratorio di aeronautica «Modesto Panetti» ed eventuale presenza a prova effettuate sui grandi impianti.

TESTI CONSIGLIATI

Appunti di aerodinamica, a cura di M. Cervelli, Celid, Torino, 1982.

Houghton & Carruthers, *Aerodynamics for Engineering Students*, Arnold, London, 1974.

Abbot & Von Doenhoff, *Theory of Wing Sections*, Dover, New York, 1958.

Ferri, *Elements of Aerodynamics of Supersonic Flows*, MacMillan, New York, 1954.

B0231 ANALISI MATEMATICA I

Prof. Claudio CANUTO

Dip. di Matematica

I ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annual (ore)	—	—	—
Settimanale (ore)	6	4	—

Finalità del corso è fornire gli strumenti di base del calcolo differenziale, propedeutici ai corsi della facoltà di Ingegneria, utilizzando il linguaggio moderno della matematica ed insegnando come affrontare i problemi con rigore e spirito critico.

Il corso si svolgerà con lezioni ed esercitazioni.

Nozioni propedeutiche: le nozioni fondamentali di algebra, di geometria, di trigonometria, secondo i programmi di scuola secondaria superiore.

PROGRAMMA

Teoria degli insiemi.

Insiemi di numeri e loro proprietà (interi, razionali, reali).

Elementi di geometria analitica piana.

Limiti di funzioni di variabile reale.

Successioni.

Continuità e derivabilità.

Proprietà delle funzioni continue e delle funzioni derivabili in un intervallo.

Funzioni elementari.

Sviluppi di Taylor.

Integrali definiti.

Integrazione definita (secondo Riemann o secondo Cauchy).

Integrali impropri.

Equazioni differenziali del primo ordine (risoluzione di equazioni a variabili separate, omogenee e lineari).

ESERCITAZIONI

Esercizi relativi agli argomenti sviluppati nelle lezioni con applicazioni d'utilizzo di strumenti informatici (LAIB).

TESTI CONSIGLIATI

(Saranno indicati all'inizio del corso).

ANALISI MATEMATICA II

Docente da nominare

Dip. di Matematica

I ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annual (ore)	72	48	—
Settimanale (ore)	6	4	—

Il corso si propone di completare la formazione matematica di base dello studente, con particolare riferimento al calcolo differenziale e integrale in più variabili, alla risoluzione delle equazioni e dei sistemi differenziali ed ai metodi di sviluppi in serie.

Il corso comprende, oltre alle ore di lezione, ore di esercitazione.

Nozioni propedeutiche: si richiede allo studente il possesso dei metodi di calcolo e delle considerazioni di carattere teorico forniti dai corsi di Analisi Matematica e di Geometria.

PROGRAMMA

Funzioni continue di più variabili.

Calcolo differenziale in più variabili.

Calcolo differenziale su curve e superfici.

Integrali multipli.

Integrali su curve e superfici.

Spazi vettoriali normati e successioni di funzioni.

Serie numeriche e serie di funzioni.

Serie di potenze.

Serie di Fourier.

Equazioni e sistemi differenziali.

ESERCITAZIONI

Parallelamente agli argomenti delle lezioni vengono svolti esercizi in aula ed eventualmente al LAIB.

TESTI CONSIGLIATI

A. Bacciotti, F. Ricci, *Lezioni di Analisi Matematica II*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, Nuova edizione 1991.

M. Leschiutta, P. Moroni, J. Vacca, *Esercizi di Matematica*, Levrotto & Bella, Torino, 1982.

IN401 CALCOLO NUMERICO E PROGRAMMAZIONE

Prof. Giovanni MONEGATO

Dip. di Matematica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Aerogasdinamica -

Costruzione di motori -

Meccanica del volo -

Propulsione - Sistemi

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

80

6

Es.

40

4

Lab.

—

—

Il corso ha lo scopo di preparare gli allievi soprattutto alla risoluzione numerica di modelli matematici con i mezzi del calcolo automatico. Gli allievi vengono inoltre addestrati alla programmazione scientifica con il linguaggio Fortran.

Nel corso vengono affrontati i temi fondamentali del calcolo numerico e la programmazione scientifica con il linguaggio Fortran.

Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni e laboratorio (uso del calcolatore).

Nozioni propedeutiche: corsi di analisi matematica I e II e di geometria.

PROGRAMMA

Rappresentazione dei numeri e operazioni aritmetiche in un calcolatore.

Errori, condizionamento di un problema e stabilità numerica di un algoritmo.

Risoluzione di sistemi di equazioni lineari. Metodo di Gauss, fattorizzazione LU e Choleski.

Metodi iterativi: Jacobi, Gauss-Seidel, SOR.

Calcolo degli autovalori e autovettori di matrici: metodi delle potenze e potenze inverse, trasformazioni di similitudine (Householder), caso delle matrici tridiagonali simmetriche.

Approssimazione di funzioni e di dati. interpolazione polinomiale e funzioni spline. Metodo dei minimi quadrati.

Derivazione numerica.

Calcolo delle radici di equazioni: metodi di bisezione, secanti, Newton; metodi iterativi in generale.

Alcuni metodi per la risoluzione di sistemi di equazioni non lineari.

Integrazione numerica: formule di Newton-Cotes e Gaussiane. Polinomi ortogonali.

Equazioni differenziali ordinarie. Problemi con valori iniziali: metodi one-step e multistep.

Sistemi Stiff. Problemi con valori ai limiti: metodi alle differenze e shooting.

Equazioni differenziali alle derivate parziali: metodi alle differenze e dei residui pesati; cenni sui metodi degli elementi finiti.

ESERCITAZIONI

Breve presentazione degli elaboratori elettronici. Linguaggio Fortran. Analisi ed implementazione dei metodi numerici presentati nelle lezioni. Risoluzione di problemi.

LABORATORI

Un elaboratore elettronico è a disposizione (quotidianamente) degli studenti per la messa a punto e sperimentazione dei programmi di calcolo realizzati.

RICERCATORI ADDETTI ALLE ESERCITAZIONI E/O LABORATORI

A. ORSI PALAMARA

TESTI CONSIGLIATI

G. Monegato, *Calcolo Numerico*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1985.

A. Orsi Palamara, *Programmazione in Fortran 77*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1987.

D0620 CHIMICA

Prof. Mario VALLINO

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

I ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	85	30	—
Settimanale (ore)	6	3	—

Il corso si propone di fornire le basi teoriche necessarie per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici e di dare una breve rassegna delle proprietà degli elementi più comuni e dei loro principali composti. Esso si articola di conseguenza in tre parti: di chimica generale alla quale vengono dedicate circa 60 ore di lezione; una di chimica inorganica (circa 20 ore di lezione) ed una di chimica organica (5-10 ore di lezione). Il corso prevede 90 ore di lezione, 40 ore di esercitazione, 10 ore di proiezioni didattiche. Per seguire con profitto il corso sono sufficienti le nozioni di base relative alle leggi generali della chimica, alla simbologia e alla nomenclatura.

PROGRAMMA

Chimica Generale: Sistemi omogenei e eterogenei. Concetto di fase, di composto, di elemento. Leggi fondamentali della chimica. Teoria atomico-molecolare. Legge di Avogadro. Determinazione dei pesi atomici e molecolari. Concetto di mole. Calcoli stechiometrici. Sistema periodico degli elementi. Il modello atomico di Bohr. L'atomo secondo la meccanica quantistica. Interpretazione elettronica del sistema periodico. I raggi X. Legame ionico, covalente, metallico. Legami intermolecolari. Grado di ossidazione. Isotopia. Energia di legame dei nucleoni. Radioattività. Fenomeni di fissione e di fusione nucleare. Leggi dei gas. Dissociazione termica. Teoria cinetica dei gas. Legge di Graham. Calore specifico dei gas. Lo stato solido. Reticolo cristallino e cella elementare. Difetti reticolari. Soluzioni solide. Lo stato liquido. Equazione di Clausius-Clapeyron. Tensione di vapore delle soluzioni. Criopia. Pressione osmotica. Energia interna ed entalpia. Effetto termico delle reazioni. Entropia ed energia libera di reazione. Velocità di reazione. Catalisi. Legge dell'azione di massa. Principio dell'equilibrio mobile. Regola delle fasi. Diagrammi di stato ad uno e due componenti. Applicazione della legge delle fasi agli equilibri chimici eterogenei. Soluzioni di elettroliti. Elettrolisi. Costante di ionizzazione. Prodotto ionico dell'acqua. Acidi e basi. pH. Idrolisi. Prodotto di solubilità. Soluzioni tampone. Potenziale d'elettrodo. Serie elettrochimica. Tensioni di decomposizione. Potenziali di ossido-riduzione.

Chimica Inorganica: Proprietà e metodi di preparazione industriale dei seguenti elementi e loro principali composti: idrogeno, ossigeno, sodio, rame, calcio, zinco, alluminio, carbomio, silicio, azoto, fosforo, cromo, uranio, zolfo, manganese, alogeni, ferro.

Chimica Organica: Cenni su idrocarburi saturi ed insaturi e derivati alogenati: alcoli, aldeidi, chetoni, acidi organici, esteri, ammine, ammidi, nitrili; benzene e suoi omologhi, fenoli, nitroderivati, ammine aromatiche.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono dedicate all'ampliamento di alcuni argomenti oggetto di lezione, ad esperienze di laboratorio e a calcoli relativi agli argomenti di chimica generale. Esse vengono integrate dalla proiezione di film didattici.

TESTI CONSIGLIATI

C. Brisi, V. Cirilli, *Chimica Generale ed Inorganica*, Levrotto & Bella, Torino.

M.J. Sienko, R.P. Plane, *Chimica: Principi e proprietà*, Piccin, Padova.

C. Brisi, *Esercitazioni di Chimica*, Levrotto & Bella, Torino.

P. Silvestroni, *Fondamenti di Chimica*, Librerie Eredi Virginio Veschi, Roma.

L. Rosemberg, *Teoria e applicazioni di Chimica Generale*, Collane Schaum, Etas Kompass.

M. Montorsi, *Appunti di Chimica Organica*, Celid, Torino, 1987.

B1030 COSTRUZIONI AERONAUTICHE

Prof. Piero MORELLI

Dip. di Ingegneria Aeronautica e Spaziale

IV ANNO
2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	84	84	—
Settimanale (ore)	6	6	—

Il corso intende dare agli allievi: a) nozioni generali su diversi tipi di aeromobili (in particolare, dei velivoli) con riferimento alle loro caratteristiche d'impiego e conseguenti scelte architettoniche; b) nozioni di calcolo strutturale elementare del velivolo nel suo complesso e delle sue parti; c) descrizione delle strutture dei velivoli, dei loro impianti e delle loro installazioni.

Il corso si svolgerà con lezioni ed esercitazioni in aula.

Nozioni propedeutiche: Scienza delle Costruzioni; nozioni basilari di aerodinamica tecnica (caratteristiche aerodinamiche dei profili alari, delle ali e delle aliche) e di meccanica del volo (prestazioni del velivolo, stabilità e manovrabilità).

PROGRAMMA

Parte introduttiva: rassegna di velivoli tipici (aeroplani, idrovolanti, anfibi, alianti, STOL, VTOL, velivoli sperimentali).

Parte strutturale: condizioni di carico in volo e al suolo, poste a base del calcolo strutturale; materiali aeronautici e loro caratteristiche rilevanti ai fini del calcolo strutturale; complementi di scienza delle costruzioni sulla flessione torsione e taglio di strutture a parete sottile (a guscio e semiguscio), instabilità elastica generale, locale e torsionale delle aste compresse; instabilità elastica dei pannelli soggetti a compressione e a taglio; verifiche strutturali degli attacchi a sforzi concentrati.

Parte descrittiva: ala, alettoni, ipersostentatori, aerofreni, impianti antighiaccio; fusoliera, collegamenti ala-fusoliera; impennaggi, compensazione aerodinamica, equilibramento statico e dinamico delle superfici di governo, organi di comando - alette; installazione dei gruppi motopropulsori; organi per l'involo e l'arrivo: carrelli - scafi e galleggianti; impianto oleodinamico ed elettrico, impianti di condizionamento e pressurizzazione delle cabine.

ESERCITAZIONI

Il corso è integrato da una serie di esercitazioni di disegno di parti strutturali di un velivolo e di calcolo strutturale.

TESTI CONSIGLIATI

Lausetti, *Aeroplani, loro strutture e installazioni*, Levrotto & Bella, Torino.

Rivello, *Theory and Analysis of Flight Structures*, McGraw Hill.

Bruhn, *Analysis and Design of Flight Vehicle Structures*, Tri-State Offset Co.

Vallat, *Résistance des Matériaux Appliquée à l'Aviation*, Beranger.

Sehler & Dunn, *Airplane Structural Analysis and Design*, Dover.

B1430 DISEGNO TECNICO INDUSTRIALE

Prof. Rita QUENDA

Dip. di Meccanica

I ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

2° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

78

26

26

Settimanale (ore)

6

2

2

L'insegnamento ha lo scopo di fornire agli allievi le nozioni fondamentali del Disegno tecnico, base della progettazione industriale, nonché le prime indicazioni per il dimensionamento ed il montaggio di elementi e gruppi meccanici utilizzati in particolare nell'industria e negli impianti nucleari.

PROGRAMMA

1. Principi generali di rappresentazione: proiezioni centrali e parallele; proiezioni ortogonali.
2. Lavorazioni meccaniche: per fusione; per deformazione; per asportazione di truciolo.
3. Quotatura. Quotatura funzionale. Quotatura per macchine a controllo numerico.
4. Tolleranze dimensionali. Tolleranze di forma e di posizione. Principio del massimo materiale.
5. Rugosità.
6. Unione e collegamenti fra elementi meccanici. Filettature, Saldature, Chiodature. Chiavette, Linguette, Alberi scanalati.
7. Ruote dentate ed evolventi rotismi.
8. Cuscinetti: a strisciamento; a rotolamento. Criteri di scelta e norme di montaggio.
9. Elementi di disegno assistito: trasformazioni nel piano; trasformazioni nello spazio; superfici nascoste; curve parametriche cubiche; superfici parametriche bicubiche.

ESERCITAZIONI

Disegni e schizzi di complessivi e particolari. Applicazione del programma AutoCAD. Stesura di programmi per trasformazioni geometriche nel piano e nello spazio.

TESTI CONSIGLIATI

L.S. Straneo, R. Consorti, *Il Disegno tecnico*, Principato, Milano, 1983.

E. Chavalier, E. Chirone, V. Vullo, *Manuale del disegno tecnico*, SEI, Torino, 1981.

M. Orlando, G. Podda, *Lineamenti di disegno automatico*, CLUT, Torino, 1988.

ELETTRTECNICA

Prof. Mario CHIAMPI

Dip. di Ingegneria Elettrica Industriale

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	88	26	—
Settimanale (ore)	6	2	—

Il corso propone di fornire allo studente le nozioni basilari di elettrotecnica generale per una corretta utilizzazione delle macchine e degli impianti. A tale fine viene in primo luogo sviluppato lo studio delle reti a parametri concentrati in regime stazionario e quasistazionario sinusoidale e transitorio. Vengono inoltre richiamate le nozioni fondamentali dei campi di corrente, elettrico e magnetico, nell'ottica di un approfondimento degli aspetti più applicativi, quali il dimensionamento delle condutture, gli impianti di messa a terra, i circuiti magnetici e la trasformazione dell'energia. Il corso si conclude con l'analisi di funzionamento delle più comuni macchine elettriche, in particolare trasformatori, macchine a induzione e a collettore.

Il corso comprende lezioni teoriche, esercitazioni con esempi numerici ed eventuali seminari integrativi.

PROGRAMMA

Reti Elettriche in Regime Stazionario e Quasistazionario

- Grandezze elettriche fondamentali nei sistemi a parametri concentrati (tensione, corrente, potenza elettrica) e loro proprietà.
- Regimi di funzionamento. Metodo simbolico.
- Concetto di bipolo e reti di bipoli normali in regime stazionario e sinusoidale.
- Potenza istantanea, attiva, reattiva e apparente. Rifasamento. Cenni sugli strumenti di misura.
- Fenomeni transitori elementari.
- Sistemi trifasi: tipologia e caratteristiche.
- Sistemi trifasi simmetrici ed equilibrati: rifasamento, misure di potenza con inserzione Aron.

Aspetti Applicativi della Teoria dei Campi

- Campo di corrente statico: impianti di messa a terra e normative antinfortunistiche, misure sugli impianti di terra. Dimensionamento e protezione delle condutture.
- Campo elettrostatico: rigidità dielettrica e isolamenti, condensatori e cavi.
- Campo elettrico quasistazionario: corrente di conduzione, corrente di spostamento.
- Campo magnetostatico: richiami sulle proprietà dei materiali ferromagnetici dolci e duri.
- Circuiti magnetici. Relé differenziale e sue applicazioni. Magneti permanenti. Cenni sui circuiti magnetici non lineari.
- Calcolo di auto e mutue induttanze nei più comuni componenti elettrici.
- Campi elettromagnetici quasistazionari: forze elettromotrici indotte, definizione del potenziale elettrico.
- Aspetti energetici dei campi elettromagnetici in bassa frequenza: energia immagazzinata, perdite per isteresi e correnti parassite.
- Conversione elettromeccanica. Sistemi a riluttanza: elettromagneti, motori a riluttanza passo-passo.

Elementi di Macchine Elettriche

- Trasformatori monofasi: principi di funzionamento, caratteristiche e loro identificazione, modalità costruttive e di impiego.
- Trasformatori trifasi. Autotrasformatori. Trasformatori di misura.
- Macchine a induzione trifasi. Principi di funzionamento e caratteristiche. Avviamento e regolazione delle velocità.
- Motore a induzione monofase.
- Macchine a corrente continua a collettore. Tipologia e caratteristiche meccaniche. Regolazione di coppia e velocità. Motori a commutazione elettronica (brushless).
- Cenni sulle macchine sincrone.

FISICA I

Prof. Elio MIRALDI

Dip. di Fisica

I ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

2° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

84

28

4

Settimanale (ore)

6

2

—

Come corso istituzionale del 1° anno, il corso è inteso a illustrare i principi fondamentali della meccanica e termodinamica, e fornire una base sufficiente a comprendere i problemi relativi, risolvere i più semplici, e poter sviluppare nei corsi successivi le tecniche specifiche di soluzione dei più complessi.

Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni, laboratori.

Nozioni propedeutiche: per la buona comprensione del corso si richiede la conoscenza di Analisi matematica I.

PROGRAMMA

Cenni di metrologia: misurazione e incertezza di misura, sistemi di unità; valutazione dell'incertezza in misurazioni indirette. Interpretazione ed uso dei vettori in fisica. Cinematica del punto: velocità e accelerazione nei moti rettilinei e curvilinei; moto relativo; cambiamento del sistema di riferimento. Dinamica del punto: leggi di Newton; forza, massa, quantità di moto, sistemi inerziali; conservazione delle quantità di moto; forze di campo (gravità e forze elastiche), vincoli e attriti, forze inerziali; lavoro; teorema dell'energia cinetica; campi conservativi ed energia potenziale. Dinamica dei sistemi: centro di massa; conservazione della quantità di moto, dell'energia e del momento angolare; moto nel sistema del centro di massa; urti; oggetti a massa variabile; dinamica rotatoria dei corpi rigidi e momento d'inerzia. Statica dei corpi rigidi; statica dei fluidi. Moto armonico; oscillazioni forzate e risonanza; cenni alle onde elastiche. Dinamica dei fluidi perfetti; tensione superficiale. Campo gravitazionale e leggi del moto planetario. Termometria: dilatazione termica; scale di temperatura; teoria cinetica dei gas. Calorimetria: conduzione del calore; sistemi termodinamici; equazione di stato dei gas perfetti e di Van der Waals; cambiamenti di stato. Primo principio della termodinamica e problematica relativa. Secondo principio della termodinamica: macchine termiche; ciclo e teorema di Carnot; teorema di Clausius; entropia.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni numeriche a squadre sul programma del corso.

LABORATORI (Facoltativi)

Esercitazioni a mezze squadre in laboratorio su: misurazione dell'accelerazione di gravità, del periodo del pendolo in funzione della lunghezza e dell'elongazione (computer on line), studio dell'urto anelastico, delle oscillazioni armoniche libere e forzate (rotaia a cuscino d'aria).

TESTI CONSIGLIATI

Nella scelta dei testi, fra quelli sottoelencati, gli studenti seguano le indicazioni dei docenti dei rispettivi corsi:

Lovera, Minetti, Pasquarelli, *Appunti di fisica*, Levrotto & Bella, Torino, 1977.

Lovera, Malvano, Minetti, Pasquarelli, *Calore e termodinamica*, Levrotto & Bella, Torino, 1977.

Halliday, Resnick, *Fisica*, Parte 1^a, Ambrosiana, Milano, 1978.

Alonso, Finn, *Elementi di Fisica per l'Università*, vol. 1, Masson, Milano, 1982.

Minetti, Pasquarelli, *Esercizi di fisica 1*, Levrotto & Bella, Torino, 1971.

M. Balkanski, C. Sebenne, *Fisica*, Utet.

Rosati, Casali, *Problemi di Fisica generale*, Ambrosiana, Milano, 1983.

FISICA II

Prof. Angelo TARTAGLIA

Dip. di Fisica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	82	26	12
Settimanale (ore)	6	2	—

Finalità del corso è l'apprendimento dei fondamenti dell'elettromagnetismo e dell'ottica. Si espongono le leggi sperimentali riguardanti l'interazione tra cariche ferme e in moto rispetto all'osservatore, sintetizzate infine nelle equazioni di Maxwell. Da queste ultime si ricavano le leggi di propagazione dell'onda elettromagnetica. Si espongono i principali fenomeni fisici legati alla propagazione della luce quale onda elettromagnetica e infine i fondamenti dell'ottica geometrica. Il corso è affiancato da esercitazioni orali e di laboratorio. È perseguito lo scopo di stimolare nello studente l'acquisizione delle metodologie generali della fisica come scienza applicata.

Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni orali, laboratori.

Nozioni propedeutiche: Fondamenti di meccanica, Calcolo differenziale ed integrale, Funzioni elementari.

PROGRAMMA

Elettrostatica nel vuoto. Proprietà elettriche della materia. Fenomeni di conduzione e correnti elettriche in condizioni stazionarie. Campi magnetici stazionari. Moto di cariche in campi elettrici e magnetici stazionari. Proprietà magnetiche della materia. Campi elettromagnetici dipendenti dal tempo e loro equazioni fondamentali. Onde ed onde elettromagnetiche. Propagazione della luce in mezzi isotropi. Ottica geometrica col metodo matriciale. Fenomeni interferenziali. La diffrazione. Propagazione della luce in materiali anisotropi.

ESERCITAZIONI

Risoluzione di facili esercizi e problemi relativi ai principali argomenti del corso.

LABORATORI

Uso di amperometri e voltmetri. Misure di resistenza e capacità. Misura di indici di rifrazione e di lunghezze d'onda.

RICERCATORI ADDETTI ALLE ESERCITAZIONI E/O LABORATORI

M. Agnello

TESTI CONSIGLIATI

A. Tartaglia, *Elettromagnetismo e ottica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1987.

R. Feynman, R. Leighton, M. Sands, *La fisica di Feynman*, vol. 1 e 2, Addison Wesley, Malta, 1970.

A. Tartaglia, *300 esercizi svolti di Elettromagnetismo e ottica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1986.

B2060 FISICA TECNICA

Prof. Paolo GREGORIO

Dip. di Energetica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	60	60	—
Settimanale (ore)	4	4	—

Il contenuto del corso è quello tradizionale della Fisica tecnica presso questa Facoltà, con particolare riferimento alla termodinamica applicata, elementi di moto dei fluidi e trasmissione del calore. Tali argomenti costituiscono un collegamento tra i corsi di Fisica del biennio e i corsi successivi del triennio (in particolare Macchine, Termocinetica, Trasmissione del calore, Impianti nucleari). Le esercitazioni grafiche e di calcolo hanno carattere individuale e vengono verificate nel corso dell'esame.

Il corso comprenderà lezioni di tipo tradizionale; esercitazioni, grafiche e di calcolo. Nozioni propedeutiche: Analisi I, Analisi II, Fisica I, Fisica II.

PROGRAMMA

Termodinamica: generalità e definizioni. Primo principio della termodinamica, energia interna, entalpia. Secondo principio della termodinamica. Ciclo di Carnot. Equazione di Clausius. Entropia. Gas ideali e loro proprietà. Effetto Joule-Thomson. Macchine termiche: ciclo di Carnot, cicli rigenerativi, cicli di quattro politropiche, cicli inversi. Liquidi e vapori: proprietà delle miscele, cicli diretti, cicli rigenerativi, cicli inversi. Conversione diretta dell'energia: fenomeni termoelettrici, celle a combustibile, dispositivi termoionici, generatori MHD. Gas reali. Miscele di aria e vapor d'acqua: proprietà e diagrammi entalpici.

Moto dei fluidi e trasmissione del calore: viscosità, tipi di moto. Equazioni fondamentali. Efflusso degli aeriformi. Moto dei fluidi nei condotti. Conduzione termica stazionaria in geometria piana, cilindrica, sferica. Sistemi a superficie estesa: alette e spine. Sistemi con generazione interna di calore. Sistemi bidimensionali. Conduzione termica non stazionaria. Convezione: analisi dimensionale, coefficiente di scambio termico convettivo, analogia di Reynolds-Prandtl. Scambiatori di calore: tipi, determinazione del profilo di temperatura, metodi di calcolo (tradizionali e NUT).

ESERCITAZIONI

Esercizi di calcolo di termodinamica fondamentale. Esercitazioni di calcolo e grafiche su cicli a gas e a vapore. Calcolo di uno scambiatore di calore.

TESTI CONSIGLIATI

C. Boffa, P. Gregorio, *Elementi di fisica tecnica*, vol. 2, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

B2170 FONDAMENTI DI INFORMATICA

Prof. Marco MEZZALAMA

Dip. di Automatica e Informatica

II ANNO

Impegno didattico Lez. Es. Lab.

1° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore) 52 26 26

Settimanale (ore) 4 2 2

Il corso intende fornire agli allievi una visione sistemistica dei sistemi di elaborazione, attraverso l'analisi delle componenti principali che lo costituiscono (tecnologia, architettura hardware, macro-componenti software). Obiettivo è quello di dare al futuro ingegnere una visione d'insieme di un sistema di elaborazione, analizzandolo sotto diversi punti di vista, quali: — la struttura interna; i principi base di funzionamento; i vantaggi e gli svantaggi; i limiti; le applicazioni dei sistemi informativi.

PROGRAMMA

- I fondamenti: sistemi di numerazione; algebra booleana; funzioni logiche; codifica dell'informazione.
- Tecnologia: cenni di tecnologia elettronica (dispositivi, microelettronica, etc.); reti logiche; evoluzione tecnologica.
- L'architettura di un Sistema di Elaborazione: che cos'è un sistema di elaborazione (*hardware e software*); architettura hardware (unità centrale di elaborazione (CPU), memoria centrale, memoria di massa, unità di Ingresso/Uscita, struttura a bus); principi base di funzionamento; varie fasi dell'esecuzione di una istruzione.
- Dispositivi periferici: stampanti; display (tecnologie, grafica 2D e 3); memorie di massa (nastri magnetici, hard e floppy disk, dischi ottici).
- Il Software: classificazioni (software di base, software applicativo, software di produttività); fasi dello sviluppo di un programma; linguaggi di programmazione (classificazioni, caratteristiche del linguaggio macchina, dell'Assembler e dei linguaggi evoluti; analisi dei linguaggi principali: FORTRAN, PASCAL, C, ADA); cenni sui linguaggi non procedurali: LISP, PROLOG; il ciclo di vita del software; cenni di ingegneria del software.
- Il Sistema Operativo: classificazioni (multi-task, multi-user, real time, ecc.); caratteristiche principali di alcuni Sistemi Operativi: MS-DOS, UNIX, VM, VMX, ecc.; trattamento di file; organizzazione di un sistema per il trattamento dei file; potenzialità; un caso di studio.
- Software di produttività individuale: caratteristiche generali; classificazioni; fogli elettronici; sistemi per la gestione degli archivi (data base); pacchetti per la grafica; elaborazione di testi ed immagini (desk top publishing).
- Sistemi per la gestione delle basi dati: classificazioni (relazionali, gerarchici, ecc.); i linguaggi di interrogazione; il ruolo delle basi di dati nell'organizzazione aziendale.
- L'architettura dei sistemi informativi: le diverse tipologie degli elaboratori (personal, mini, mainframe, ecc.) e le loro caratteristiche; i sistemi non convenzionali (architetture vettoriali e/o parallele, ecc.); i sistemi distribuiti (multiprocessor, multicomputer, ecc.).
- Le reti di calcolatori: le reti geografiche, metropolitane e locali; i mezzi trasmissivi; il software per le reti; reti pubbliche e private; alcuni esempi di reti.
- I sistemi di elaborazione aziendali; criteri di dimensionamento; impatto sulla struttura aziendale; alcuni casi di studio.

TESTI CONSIGLIATI

P. Demichelis, E. Piccolo, *Informatica di base-Fortran 77 e Pascal*, Levrotto & Bella, Torino, 1987.
M. Mezzalama, N. Montefusco, P. Prinetto, *Aritmetica dei calcolatori e codifica dell'informazione*, Utet, Torino, 1988.

K. Jensen, N. Wirth, *Pascal user manual and report - ISO Pascal Standard*, terza edizione, Springer, New York, 1985.

E. Piccolo, E. Maciù, *Fondamenti di Informatica: temi d'esame ed esercizi svolti*, Levrotto & Bella, Torino, 1990.

P. Prinetto, *Fondamenti di Informatica*, CUSL, Torino, 1990.

B2300 GEOMETRIA

Docente da nominare

Dip. di Matematica

I ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

Annuale (ore)

—

—

—

Settimanale (ore)

6

4

—

Il corso si propone di fornire agli studenti una preparazione di base per lo studio di problemi con l'uso di coordinate in relazione alla geometria analitica del piano e dello spazio. Una parte del corso è anche dedicata al calcolo matriciale, oltre che allo studio delle funzioni di più variabili reali.

Il corso si svolge in lezioni ed esercitazioni.

Nozioni propedeutiche: si trovano nel corso di Analisi matematica con particolare riguardo alle proprietà dei numeri reali e complessi e alle operazioni di integrazione e di derivazione.

PROGRAMMA

Calcolo vettoriale.

Geometria analitica del piano. Coniche e altri luoghi.

Coordinate polari nel piano e numeri complessi (incluso fattorizzazione di polinomi e esponenziale complesso).

Geometria dello spazio.

Rappresentazione e studio di curve.

Superfici e loro rappresentazioni.

Cambiamenti di coordinate. Coordinate cilindriche e sferiche.

Spazi vettoriali.

Calcolo matriciale.

Sistemi lineari.

Risoluzione di equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti di ordine n .

Autovalori e autovettori.

Forma canonica di Jordan.

Spazi euclidei.

ESERCITAZIONI

Illustrazione mediante esempi ed esercizi dei vari aspetti del programma.

TESTI CONSIGLIATIGreco, Valabrega, *Lezioni di Matematica per allievi ingegneri*, vol. 2 (in due parti), Ed. Levrotto & Bella, Torino.AA.VV., *Esercizi di Geometria*, Ed. Celid.

B3170 MATEMATICA APPLICATA

Prof. Miriam PANDOLFI

Dip. di Matematica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Aerogasdinamica - Propulsione

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

55

4

Es.

25

2

Lab.

20

2

Il corso si propone lo scopo di impartire a studenti di una scuola di ingegneria alcuni metodi matematici idonei alla modellizzazione matematica ed alla analisi qualitativa e quantitativa di sistemi d'ingegneria aeronautica. I temi principali trattati, sono in sostanza le equazioni differenziali dei sistemi continui le quali sono studiate con metodi analitici e con tecniche numeriche. Il corso si propone altresì lo scopo di introdurre i metodi del calcolo delle probabilità e dell'analisi stocastica. Il corso comprenderà lezioni, esercitazioni in aula ed al calcolatore, seminari.

Nozioni propedeutiche: i contenuti dei corsi di Analisi matematica, Geometria, Meccanica razionale e Scienza delle costruzioni.

PROGRAMMA

Elementi di analisi funzionale.

Modelli matematici e formulazione matematica dei problemi della meccanica: equazione del calore, della corda vibrante, della membrana elastica, del flusso isoentropico e altri.

Classificazione delle equazioni differenziali alle derivate parziali del II ordine.

Formulazione di problemi ai valori iniziali ed al contorno per equazioni alle derivate parziali.

Sistemi lineari: metodi di studio di equazioni alle derivate parziali lineari.

Trasformate di Fourier e di Laplace. Cenni di analisi modale.

Sistemi non-lineari: studio di equazioni non lineari alle derivate ordinarie e parziali con i metodi di decomposizione e di perturbazione.

Modelli matematici con parametri aleatori.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono differenziate per corso, Meccanici ed Aeronautici, e si rivolgono allo studio matematico di sistemi in Ingegneria meccanica ed aeronautica rispettivamente.

LABORATORI

Esercitazioni pratiche su Sistemi di calcolo automatico.

TESTI CONSIGLIATI

Appunti dalle lezioni.

N. Bellomo, *Sistemi dinamici e modelli matematici con parametri aleatori*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

B3110 MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE

Prof. Furio VATTA

Dip. di Meccanica

III ANNO
2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	84	56	—
Settimanale (ore)	6	4	—

Scorpo del corso è quello di fornire agli allievi gli elementi fondamentali per poter affrontare lo studio dei problemi meccanici che concernono le macchine. I temi trattati riguardano in particolar modo la dinamica applicata e la cinematica applicata.

Il corso si articolerà in sei ore di lezione e quattro ore di esercitazione.

Nozioni propedeutiche: si ritiene indispensabile aver seguito i corsi di Meccanica razionale e Scienza delle costruzioni.

PROGRAMMA

Dinamica applicata: forze d'inerzia: forza d'inerzia risultante, momento risultante delle forze d'inerzia, lavoro delle forze d'inerzia nello spostamento effettivo. Applicazioni: macchine alternative monocilindriche, bicilindriche; equilibramento delle forze d'inerzia, coppia giroscopica e sue applicazioni. Equazioni fondamentali della dinamica: equazioni cardinali, principio di d'Alembert, equazione dell'energia. Applicazioni: il problema del volano con albero rigido, vibrazioni per sistemi a un grado di libertà e a due gradi di libertà; ammortizzatori dinamici; velocità critica di un albero elastico con disco; influenza della inclinazione del disco durante la rotazione; problema dinamico delle camere; sistemi a massa distribuita: calcolo delle frequenze proprie e dei modi normali di vibrazione. Forze agenti negli accoppiamenti: coefficiente di attrito radente e volvente: leggi di Coulomb. Organi flessibili: funi e cinghie. Teoria elementare della lubrificazione.

Cinematica applicata: profili coniugati, metodo dell'involuppo: camma corrispondente ad una data legge del moto della valvola; ruote dentate cilindriche a denti diritti e a denti elicoidali; ruote dentate coniche; rotismi ordinari e rotismi epicicloidali.

ESERCITAZIONI

Vengono assegnati dal docente agli allievi esercizi riguardanti gli argomenti trattati a lezione.

TESTI CONSIGLIATI

Ferrari, Romiti, *Meccanica applicata alle macchine*, Utet, Torino, 1966.

Cancelli, Vatta, *Esercizi di meccanica applicata*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1979.

MECCANICA RAZIONALE

Prof. Riccardo RIGANTI
Prof. Maria Grazia ZAVATTARO

Dip. di Matematica

II ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	80	30	20
	Settimanale (ore)	6	2	2

Il corso ha come finalità l'acquisizione della Meccanica e dei relativi metodi matematici di studio. Viene trattata la Meccanica del corpo rigido e dei sistemi articolati. Vengono esposti i principi fondamentali della Meccanica newtoniana, lagrangiana e hamiltoniana, nonché i loro sviluppi analitici ed applicativi con particolare attenzione ai problemi che interessano l'Ingegneria.

Il corso consta di lezioni ed esercitazioni in aula e presso il L.A.I.B.

Nozioni propedeutiche: gli argomenti dei corsi di Analisi matematica, Geometria e Fisica I.

PROGRAMMA

Coordinate lagrangiane, sistemi olonomi e gradi di libertà.

Vincoli e reazioni vincolari.

Cinematica del corpo rigido: moti rigidi nel piano e nello spazio; leggi di distribuzione di velocità e accelerazione; moti relativi e composizione di moti rigidi; polari e problemi di rotolamento. Statica: vettori applicati e momenti, baricentri, momenti d'inerzia; equazioni cardinali dell'equilibrio.

Dinamica: forze d'inerzia e principio di d'Alembert; teoremi della quantità di moto e del momento angolare; integrali primi; dinamica relativa ed equilibrio relativo. Moti rigidi particolari: solido con asse fisso e con punto fisso.

Meccanica analitica: lavori elementari effettivi e virtuali; equazione simbolica della dinamica e principio dei lavori virtuali; energia cinetica; sistemi conservativi. Equazioni di Lagrange e di Hamilton; spazio delle fasi e teorema di Liouville.

Stabilità e analisi del moto: metodi di soluzione analitica e numerica; stabilità delle configurazioni di equilibrio; linearizzazione.

Sistemi non lineari: attrattori, biforcazioni.

Meccanica aleatoria: elementi di calcolo delle probabilità, variabili casuali, processi stocastici e applicazioni allo studio di sistemi stocastici nella Meccanica.

ESERCITAZIONI

Problemi di carattere applicativo, riguardanti gli argomenti del corso, sono risolti analiticamente con la partecipazione diretta degli studenti.

LABORATORIO

Si propone agli studenti, suddivisi in piccoli gruppi, lo studio di un particolare sistema dinamico da effettuarsi con metodi numerici e analitici presso il L.A.I.B. con l'impiego di Personal Computers.

TESTI CONSIGLIATI

R. Riganti, *Fondamenti di Meccanica Classica*, Levrotto & Bella, Torino, 1988.

R. Riganti, *Sistemi Stocastici*, Levrotto & Bella, Torino, 1987.

N. Bellomo et al., *Problemi di Meccanica Classica e Stocastica*, Levrotto & Bella, Torino, 1987.

B4600 SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

Prof. Ezio LEPORATI

Dip. di Ingegneria Strutturale

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	70	70	6
Settimanale (ore)	5	5	—

La Scienza delle costruzioni studia fundamentalmente lo stato di tensione e di deformazione a cui le strutture sono soggette nella loro funzione di trasmissione degli sforzi. Il corso considera solo le strutture unidimensionali (travi e travature non le piastre ed i gusci) e conserva una impostazione classica, fondata sull'ipotesi lineare elastica e sul concetto delle tensioni ammissibili.

Il corso si svolgerà con lezioni ed esercitazioni in aula e in laboratorio.

È indispensabile la conoscenza della statica e della geometria delle aree oltre alle nozioni comuni di analisi.

PROGRAMMA

Elementi di statica del corpo rigido. Vincoli e grado di iperstaticità delle strutture. Reazioni vincolari. Schemi strutturali anomali. Le caratteristiche di sollecitazione. Travature reticolari piane. Analisi dello stato di tensione. Equazioni indefinite e ai limiti. Ricerca analitica delle direzioni e delle dilatazioni principali. Le equazioni di congruenza. L'equazione dei lavori virtuali. Il metodo delle forze. Influenza dei cedimenti vincolari e delle variazioni termiche. L'equazione differenziale della linea elastica. Strutture piane iperstatiche. Le equazioni di Muller Breslau. La trave continua. Le proprietà del corpo elastico. L'energia potenziale elastica. Teorema di Betti. Linee di influenza di deformazioni e sollecitazioni. Teoremi di Clapeyron e di Castigliano. Il corpo elastico isotropo. Relazione tra le costanti elastiche. L'energia distortrice. Il problema di St. Venant: le equazioni generali, sforzo normale, flessione, torsione; taglio; sollecitazioni composte. La teoria delle travi. Le tensioni addizionali. I criteri di resistenza di Beltrami e di Von Mises. La verifica della sicurezza. L'instabilità elastica. Cenni ai problemi del 2° ordine.

ESERCITAZIONI

Consistono in applicazioni e in accertamenti dell'apprendimento della teoria svolta a lezione. Si richiamano inoltre gli elementi di statica e di geometria delle masse indispensabili per lo svolgimento dei calcoli richiesti.

LABORATORI

Determinazione del diagramma di deformazione di acciai e di leghe leggere. Rilievo di deformazioni totali e unitarie di elementi strutturali.

TESTI CONSIGLIATI

Cicala, *Scienza delle costruzioni*, vol. 1 e 2, Levrotto & Bella, Torino.

Belluzzi, *Scienza delle costruzioni*, vol. 1, Zanichelli, Bologna.

Baldacci, *Scienza delle costruzioni*, vol. 1 e 2, Utet, Torino

B4620 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI AERONAUTICI

Prof. Fedele ABBATTISTA

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	80	30	10
Settimanale (ore)	6	3	—

PROGRAMMA

- Generalità sui combustibili; Potere calorifico inferiore e superiore; Stechiometria delle reazioni di combustione; Temperatura di fiamma; Analisi dei fumi e controllo della combustione.
- Descrizione dei principali combustibili di interesse aeronautico.
- Diagrammi di stato binari e ternari.
- Materiali ceramici tradizionali; Materiali ceramici per alte temperature; Materiali ceramici ad alto potere coibente.
- Vetro e vetroceramiche.
- Materiali metallici; Metallurgia del ferro; Acciai al carbonio; Trattamenti termici degli acciai; Trattamenti di indurimento superficiale; Cenni sugli acciai legati; Metallurgia del rame; Principali leghe a base di rame; Metallurgia dell'alluminio; Leghe leggere da fonderia da lavorazione plastica, da bonifica; Metallurgia del magnesio; Leghe superleggere; Metallurgia del titanio; Leghe a base di titanio.
- Materie plastiche; Polimeri e polimerizzazione; Principali resine termoplastiche e termoindurenti.

B5330 STRUTTURE AERONAUTICHE

Docente da nominare

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Strutture

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	80	40	16
Settimanale (ore)	6	4	—

PROGRAMMA

Il corso si propone di fornire le metodologie per il calcolo dello stato di sollecitazione e dei modi di cedimento dei principali elementi costituenti la struttura di un velivolo. In particolar modo il Corso si propone di evidenziare i limiti di applicabilità del modello a trave a guscio rinforzate tipiche delle costruzioni aerospaziali.

A tale fine, nella prima parte del Corso vengono richiamate le principali formulazioni energetiche dei problemi della teoria dell'elasticità e derivati, in modo assiomatico, il modello trave, piastra e pannelli curvi, in metallo e materiali compositi.

Nella seconda parte del Corso, viene sviluppata la teoria della stabilità statica, con particolare riferimento ai carichi critici ed al comportamento post-critico di travi in parete sottile, piastre e pannelli curvi, in metallo e materiali compositi.

Nella terza parte del Corso vengono sviluppati i concetti basilari del metodo degli elementi finiti ed approfonditi gli aspetti più strettamente connessi alla formulazione degli elementi monodimensionali (aste e travi) e bidimensionali, membranali e flessionali, universalmente adottati nella modellizzazione di tipici componenti delle strutture aeronautiche.

Nell'ultima parte del Corso vengono discussi problemi di seconda approssimazione nel modello del semiguscio ideale (tensioni correttive).

**CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA
CHIMICA**

1. Profilo professionale

Il Corso di laurea in Ingegneria Chimica costituisce una delle articolazioni dell'ingegneria industriale nella quale ben si configura dal punto di vista dello sviluppo professionale e della matrice tecnologica, pur distinguendosi per lo specifico approccio culturale.

L'afferenza al settore dell'ingegneria industriale, che riguarda essenzialmente lo sviluppo professionale, risulta dal complesso delle discipline di tipo sia scientifico sia tecnologico che costituiscono il bagaglio culturale dell'ingegnere chimico chiamato prevalentemente ad operare nell'industria di processo. A formare tale bagaglio contribuiscono apporti più consolidati derivanti dall'ingegneria strutturale, dalla tecnologia meccanica ed impiantistica ed altri più innovativi legati all'elettronica, all'analisi dei sistemi ed alla economia industriale.

L'insieme di tali apporti costituisce il supporto di base del corso di laurea, con il quale si intendono fornire al laureato gli strumenti per la valutazione d'insieme dello sviluppo di un qualunque processo industriale. Su tale base si inserisce poi, caratterizzandola, uno specifico contributo proprio dell'ingegneria chimica. Esso consiste essenzialmente nella conoscenza dei meccanismi chimico-fisici, considerati dal punto di vista termodinamico, cinetico, e di trasporto che condizionano e regolano sia le trasformazioni naturali, sia i processi tecnologici. In questo senso, utilizzando la componente culturale specifica così individuata, è possibile per il laureato in ingegneria chimica affrontare criticamente procedimenti industriali di produzione e di trasformazione della materia, allo scopo di ottenere in modo ottimale prodotti di base, intermedi e sostanze chimiche particolari.

Nell'individuazione del profilo professionale dell'ingegnere chimico si è tenuto presente il fatto che la sua specificità non si esplica solo nella professionalità legata all'industria di processo chimico, ma anche nell'approccio a qualunque processo industriale analizzato nei suoi elementi fondamentali di trasformazione e di trasporto della materia. Si può affermare che questo approccio è una prerogativa dell'ingegnere chimico, in quanto connesso con una formazione specifica innestata su una struttura di base tecnico-scientifica di tipo industriale.

Per costruire il curriculum di studi dell'ingegnere chimico secondo le indicazioni sopra enunciate, vengono utilizzati differenti supporti didattici: la base di matematica, informatica di base, chimica, fisica, è comune a tutto il settore dell'ingegneria; successivamente viene introdotto un approccio comune al settore industriale costituito da corsi di meccanica, scienza delle costruzioni, elettrotecnica, elettronica, costruzione meccanica, sviluppati al livello di preparazione generale e di individuazione dei principi fondamentali. Più in dettaglio è programmata invece la formazione nell'ambito specifico dell'ingegneria chimica, operando mediante lo sviluppo successivo di tematiche legate alla termodinamica ed alla cinetica applicata, ai fenomeni di trasporto, alla progettazione delle singole apparecchiature, alla definizione complessiva di impianto ed al suo controllo.

Accanto a tali aree culturali, realizzate mediante discipline basate su un approccio metodologico, sono presenti contributi più applicati, i quali, attraverso l'utilizzo degli strumenti in precedenza offerti, sono indirizzati a specifiche tecnologie. Si segnalano in particolare la chimica di processo, le modalità di contenimento dell'impatto ambientale, le tecnologie biochimiche ed alimentari, la tecnologia della produzione e del corretto utilizzo dei materiali.

La figura che emerge da questo profilo professionale è uno specialista con ampie conoscenze di base che può soddisfare le esigenze non solo dell'industria chimica, ma più in generale di ampi settori produttivi e terziari.

2. Insegnamenti obbligatori

L'insieme degli insegnamenti obbligatori, e cioè la somma degli insegnamenti comuni a tutti i corsi di laurea, di quelli comuni al settore industriale, e di quelli caratterizzanti l'ingegneria chimica, è stato costituito allo scopo di fornire una preparazione sia di base sia specifica tecnico-professionale congruente con le indicazioni del profilo professionale precedentemente esposte.

Gli insegnamenti di *Analisi Matematica I e II*, di *Geometria e di Fisica I e II* concorrono alla formazione fisico-matematica di base. L'operazione di riordino ha tuttavia stimolato un'approfondita discussione sui programmi degli insegnamenti e ciò dovrebbe consentire, almeno negli insegnamenti del secondo anno, di poter veder inseriti contenuti particolarmente affini ai vari settori dell'ingegneria.

La preparazione di base è completata da un insegnamento di *Fondamenti di Informatica*, in cui vengono fornite agli allievi nozioni introduttive sulla struttura di un elaboratore, sulla rappresentazione dell'informazione al suo interno e sui principali componenti software che costituiscono un sistema informatico, e da tre insegnamenti di chimica: *Chimica I e II* e *Chimica Organica* (gli ultimi due di tipo ridotto) che dovranno fornire agli allievi una preparazione culturale adeguata nell'area di lavoro più specifica del ramo di ingegneria prescelto.

La formazione di una cultura ingegneristica di tipo industriale, e non propriamente mirata all'area chimica, è affidata ad un insieme di insegnamenti particolarmente coerenti con il profilo professionale già tracciato. Ai tradizionali insegnamenti di *Scienza delle Costruzioni*, *Elementi di Meccanica Teorica ed Applicata* (che raccoglie, integrandoli, i contenuti della meccanica razionale e della meccanica applicata) e *Macchine* sono stati accostati quelli di *Applicazioni Industriali Elettriche* (in cui particolare spazio viene dato alle macchine elettriche, ai trasformatori ed ai quadri, ma anche agli impianti di terra ed alla normativa tecnica ed anti-infortunistica), di *Elettronica Applicata*, di *Tecnologia dei Materiali e Chimica Applicata* e di *Costruzione di Macchine*. Quest'ultimo insegnamento è di tipo integrato ed accoglie parte dei contenuti dell'insegnamento di *Disegno Tecnico Industriale* fornendo all'allievo non solo criteri di progettazione e costruzione delle macchine, ma anche nozioni in merito alle principali tecniche di rappresentazione di parti ed insiemi di impianto.

Agli insegnamenti di *Chimica Industriale I e II* è affidato il compito di formare la cultura processistica dell'allievo; il secondo insegnamento è di tipo integrato e deve contenere nozioni della disciplina di *Sicurezza e Protezione Ambientale nei Processi Chimici* non potendosi disgiungere dallo studio del processo l'analisi della sua compatibilità ambientale interna (cioè relativa all'ambiente di lavoro) ed esterna.

Il blocco degli insegnamenti di principistica ed impiantistica chimica è costituito da cinque insegnamenti e precisamente *Termodinamica dell'Ingegneria Chimica* (integrato con nozioni di *Elettrochimica*), *Principi di Ingegneria Chimica I e II* (il secondo integrato con nozioni di *Cinetica Chimica Applicata*) ed *Impianti Chimici I e II* (il secondo integrato con nozioni di *Ingegneria Chimica Ambientale*). A questi insegnamenti è affidato il compito di preparare l'allievo alla progettazione delle singole apparecchiature e degli impianti chimici, nonché alla conduzione di questi ultimi. Nel ripartire tra le varie discipline le nozioni indispensabili si è fatto ampio ricorso ad insegnamenti di tipo integrato in modo da affermare esplicitamente l'irrinunciabilità di alcune componenti culturali nella formazione dell'ingegnere chimico. In particolare le nozioni di *Ingegneria Chimica Ambientale* sono a loro volta di completamento a quelle di *Sicurezza e Protezione Ambientale nei Processi*

Chimici e devono contribuire a formare nell'allievo quella sensibilità nei confronti del rispetto dell'ambiente che dovrà essere sempre presente nell'esercizio della professione.

L'insieme degli insegnamenti obbligatori è completato da quelli di *Metallurgia*, rivolto in particolare alla scelta dei materiali metallici ed alla conoscenza del loro comportamento in opera, di *Calcolo Numerico*, utile, oltre a completare la preparazione matematica degli allievi ed ad aumentarne la familiarità con i mezzi di calcolo automatico, per fornire strumenti di lavoro nel campo del controllo e della modellistica, e di *Istituzioni di Economia*, cui è devoluto il compito di fornire all'allievo le nozioni fondamentali di economia utili per l'esercizio della sua professione.

Il quadro didattico di insegnamenti obbligatori sopra delineato vincola rigidamente 25 annualità. Rimangono per completare il curriculum, che è fissato in 29 annualità, 4 annualità che serviranno all'allievo per definire un Orientamento tra quelli più avanti proposti.

3. Quadro didattico degli insegnamenti obbligatori

<i>Anno</i>	<i>1° semestre</i>	<i>2° semestre</i>
1	Analisi matematica I Chimica I	Geometria Fisica I Fondamenti di informatica
2	Analisi matematica II Fisica II Chimica II (r) Chimica organica (r)	Elementi di meccanica teorica e applicata Tecnologia dei materiali e chimica applicata Applicazioni industriali elettriche
3	Termodinamica dell'ingegneria chimica (i) Elettrochimica Scienza delle costruzioni Chimica industriale I	Principi di ingegneria chimica I Metallurgia Calcolo numerico
4	Principi di ingegneria chimica II (i) Cinetica chimica applicata Macchine W	Impianti chimici I Istituzioni di economia Costruzione di macchine (i) Disegno tecnico industriale
5	Impianti chimici II (i) Ingegneria chimica ambientale Chimica industriale II (i) Sicurezza e protezione ambientale nei processi chimici Elettronica applicata	X Y Z

(r) Corso ridotto

(i) Corso integrato

W, X, Y e Z indicano possibili collocazioni di insegnamenti di Orientamento.

4. Orientamenti

Gli Orientamenti sono predisposti in modo da fornire all'allievo un significativo approfondimento in alcuni dei settori di maggior importanza dell'ingegneria chimica. Nella scelta dei settori si é voluto accostare ai classici raggruppamenti di insegnamenti di tipo processistico, impiantistico, entrambi integrati da insegnamenti dedicati alla difesa dell'ambiente, e metallurgico, anche un raggruppamento dedicato al settore biochimico-alimentare, in fase di rapido sviluppo. L'allievo dovrà inserire nel proprio piano degli studi 4 insegnamenti scelti in modo coordinato tra quelli dell'Orientamento prescelto. I criteri per tale scelta verranno fissati dal Consiglio di Corso di Laurea.

Orientamento Impiantistico

- Progettazione di apparecchiature dell'industria chimica
- Reattori chimici
- Impianti di trattamento degli effluenti inquinanti
- Dinamica e controllo dei processi chimici
- Corrosione e protezione dei materiali metallici
- Termotecnica *
- Tecnica delle costruzioni*
- Tecnica della sicurezza ambientale
- Teoria dello sviluppo dei processi chimici
- Processi di trattamento degli effluenti inquinanti

Orientamento Processistico

- Processi di produzione di materiali macromolecolari
- Tecnologia del petrolio e petrolchimica
- Elettrochimica e tecnologie elettrochimiche
- Processi elettrochimici*
- Processi biologici industriali
- Teoria dello sviluppo dei processi chimici
- Processi industriali della chimica fine*
- Reattori chimici
- Reologia dei sistemi omogenei ed eterogenei*
- Catalisi industriale
- Strumentazione industriale chimica
- Tecnologie industriali
- Dinamica e controllo dei processi chimici
- Scienza e tecnologie dei materiali ceramici

Orientamento Metallurgico

- Metallurgia fisica
- Chimica metallurgica*
- Tecnologie metallurgiche
- Impianti metallurgici*
- Siderurgia
- Corrosione e protezione dei materiali metallici

* Insegnamenti attualmente non inseribili.

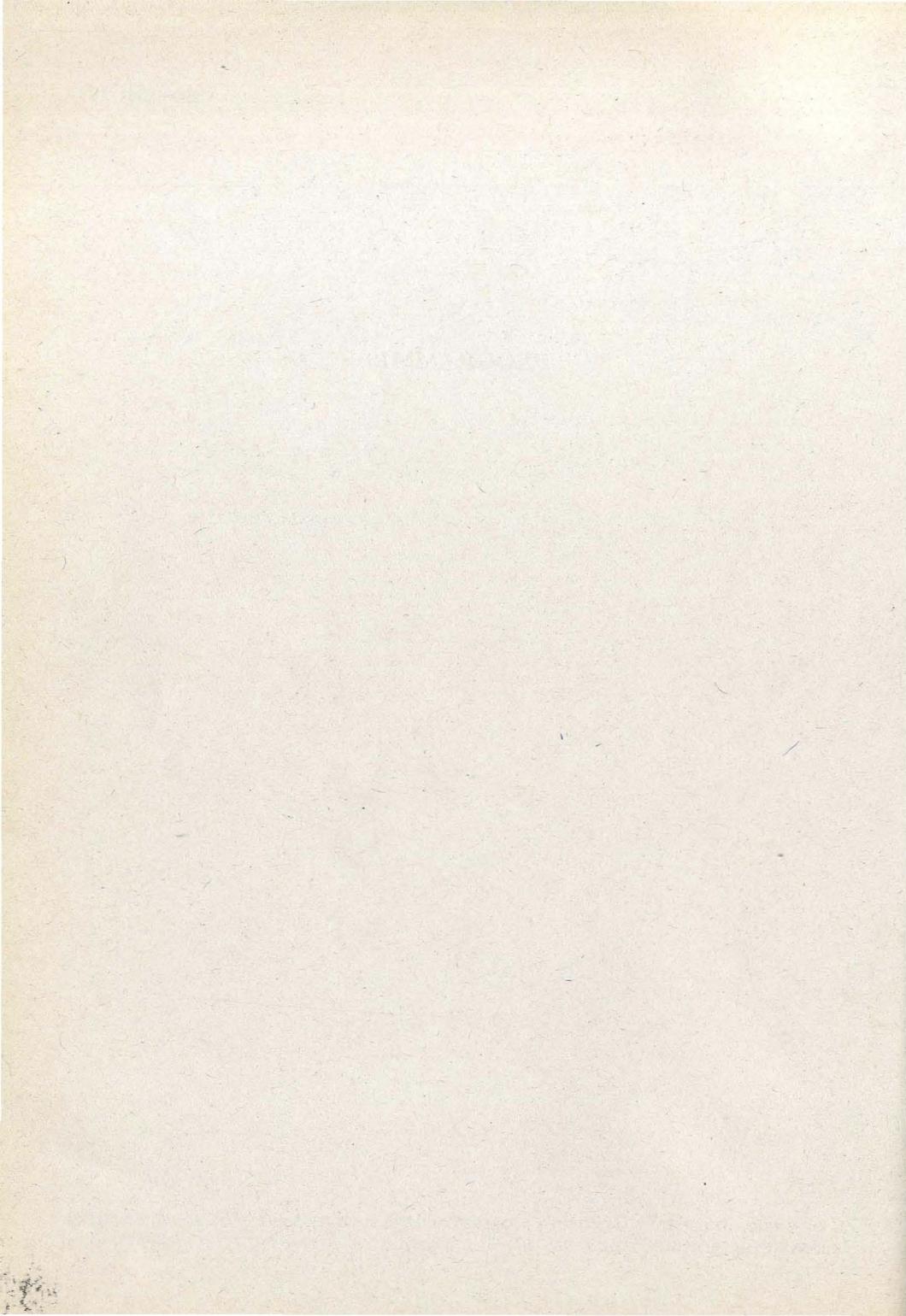
- Scienza e tecnologia dei materiali ceramici
- Plasticità e lavorazione per deformazione plastica
- Proprietà termofisiche dei materiali*
- Metallurgia meccanica*
- Elettrometallurgia
- Processi di trattamento degli effluenti inquinanti

Orientamento Biochimico-alimentare

- Principi di ingegneria biochimica*
- Impianti biochimici
- Reattori biochimici*
- Processi biologici industriali
- Chimica industriale alimentare*
- Impianti chimici e processi dell'industria alimentare*
- Tecnologie alimentari*
- Tecnica delle fermentazioni industriali*

PROGRAMMI

Seguono, in ordine alfabetico, i programmi degli insegnamenti ufficiali del Corso di laurea in Ingegneria Chimica, del 1°, 2° e 3° anno.



C0231 ANALISI MATEMATICA I

Prof. Marco CODEGONE

Dip. di Matematica

I ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	78	52	—
Settimanale (ore)	6	4	—

Finalità del corso è fornire gli strumenti di base del calcolo differenziale, propedeutici ai corsi della Facoltà di Ingegneria, utilizzando il linguaggio moderno della matematica ed insegnando come affrontare i problemi con rigore e spirito critico. Il corso si svolgerà con lezioni ed esercitazioni.

Nozioni propedeutiche: le nozioni fondamentali di algebra, di geometria, di trigonometria, secondo i programmi di scuola secondaria superiore.

PROGRAMMA

Teoria degli insiemi: nozioni di base.

Applicazioni fra insiemi: definizioni e proprietà.

L'insieme dei numeri reali e l'insieme dei numeri complessi.

Funzioni elementari di variabile reale e di variabile complessa.

Successioni, limiti di successioni.

Le proprietà locali delle funzioni reali di variabile reale: continuità, limiti, derivabilità. Confronto locale di funzioni.

Teoremi fondamentali del calcolo differenziale e le loro applicazioni.

Approssimazione locale di funzioni: formula di Taylor.

Cenni sulla approssimazione globale di funzioni reali di variabile reale.

Ricerca degli zeri di una funzione reale di variabile reale.

Teoria dell'integrazione; definizione di integrale indefinito, proprietà.

Regole di integrazione; l'integrale definito e le sue proprietà.

I teoremi della media; applicazioni numeriche, formula dei trapezi.

Integrazione delle funzioni elementari.

Equazioni differenziali ordinarie.

ESERCITAZIONI

Esercizi relativi agli argomenti sviluppati nelle lezioni con applicazioni d'utilizzo di strumenti informatici (LAIB).

TESTI CONSIGLIATI

L. Rodino, *Lezioni di Analisi Matematica I*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1989.

P. Bruno Longo, *Esercizi di Analisi Matematica I*, Ed. Veschi, Milano, 1989.

C0232 ANALISI MATEMATICA II

Prof. Maria MASCARELLO

Dip. di Matematica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez. Es. Lab.

72 48 —

6 4 —

Il corso si propone di completare la formazione matematica di base dello studente, con particolare riferimento al calcolo differenziale e integrale in più variabili, alla risoluzione delle equazioni e dei sistemi differenziali ed ai metodi di sviluppi in serie.

Il corso comprende, oltre alle ore di lezione, ore di esercitazione.

Nozioni propedeutiche: si richiede allo studente il possesso dei metodi di calcolo e delle considerazioni di carattere teorico forniti dai corsi di Analisi Matematica e di Geometria.

PROGRAMMA

Funzioni continue di più variabili.

Calcolo differenziale in più variabili.

Calcolo differenziale su curve e superfici.

Integrali multipli.

Integrali su curve e superfici.

Spazi vettoriali normati e successioni di funzioni.

Serie numeriche e serie di funzioni.

Serie di potenze.

Serie di Fourier.

Equazioni e sistemi differenziali.

ESERCITAZIONI

Parallelamente agli argomenti delle lezioni vengono svolti esercizi in aula ed eventualmente al LAIB.

TESTI CONSIGLIATI

A. Bacciotti, F. Ricci, *Lezioni di Analisi Matematica II*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, Nuova edizione 1991.

M. Leschiutta, P. Moroni, J. Vacca, *Esercizi di Matematica*, Levrotto & Bella, Torino, 1982.

C0290 APPLICAZIONI INDUSTRIALI ELETTRICHE

Prof. Gaetano PESSINA

Dip. di Ingegneria Elettrica Industriale

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	70	20	10
Settimanale (ore)	5	2	—

Il corso si propone di fornire la conoscenza degli aspetti tecnici attinenti all'utilizzo industriale dell'energia elettrica, sia inteso in senso generale, sia, per quanto possibile, particolarizzato in settori di più diretto interesse per l'ingegneria chimica (metallurgia, impianti petrolchimici, materie plastiche ecc.). Il corso sarà reso autonomo mediante una preventiva esposizione dei fondamenti scientifici di base, per cui nel suo complesso verterà sui seguenti due inquadramenti principali:

- Elettrotecnica generale
- Elettromeccanica e impiantistica elettrica.

Le estensioni percentuali rispettive si ipotizzano per il momento sul 35 e 65%.

Sono propedeutiche le nozioni impartite nel corso di Fisica II.

PROGRAMMA

- Grandezze fondamentali e derivate dell'elettrotecnica, e relative unità di misura nel sistema internazionale.
- Materiali conduttori e semiconduttori.
- Circuiti elettrici in regime stazionario.
- Campo elettrostatico, campo di corrente, campo magnetico.
- Materiali isolanti, materiali magnetici.
- Mezzi di generazione di energia elettrica di tipo non dinamo elettrico (pile, accumulatori, generatori fotovoltaici ecc.).
- Parametri circuitali legati a campi esterni (capacità-induttanza).
- Fenomeni transitori, richiamo sui fondamenti della regolazione.
- Circuiti elettrici in regime quasi stazionario sinusoidale; metodo simbolico.
- Potenze in regime sinusoidale.
- Generalità sui sistemi trifasi.
- Misura di grandezze elettriche (corrente, tensione, potenze, energia) e relativa strumentazione.
- Trasformazioni di energia che hanno luogo nelle macchine elettriche.
- Trasformatori monofasi e trifasi: principi di funzionamento; problematiche particolari della distribuzione e dell'impiego industriale locale; parallelo; informazioni costruttive di interesse per l'utente (operazioni in loco, smontaggi ecc.); criteri di installazione e conduzione (controlli sull'olio ecc.).
- Motori asincroni-trifasi a rotore avvolto e a gabbia: impiego tradizionale a frequenza costante; avviamenti e frenature; rifasamento; motori monofasi; impiego dei motori asincroni come motori a velocità variabile con alimentazione da inverter; classificazioni in ordine alla protezione meccanica, al raffreddamento, alla forma costruttiva; criteri di installazione e controllo in esercizio; costruzioni antideflagranti per ambienti critici.
- Generatori sincroni: eccitazione; parallelo; gruppi elettrogeni; applicazioni industriali del motore sincro.
- Motori a corrente continua: ruolo e implicazioni della commutazione, tipi di eccitazione; regolazioni di velocità; alimentazione da convertitori statici; avviamenti e frenature; informazioni costruttive, criteri di installazione e manutenzione.

- Cenno ad evoluzioni in corso in particolari settori dell'elettromeccanica industriale.
- Integrazione di notizie sui convertitori elettronici di potenza in aggiunta a quelle fornite nella trattazione delle macchine.
- Normativa e unificazione in materia di macchine elettriche.
- Linee di distribuzione aeree e in cavo.
- Cabine elettriche industriali.
- Interruttori; apparecchiature di protezione.
- Messa a terra; criteri e prescrizioni di sicurezza elettrica.
- Normativa impiantistica; controlli e misure sulle macchine e sugli impianti.
- Valutazioni tecnico-economiche sugli impianti elettrici.
- Governo a microprocessore di processi industriali.
- Problemi particolari di taluni settori industriali.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

I seguenti due testi possono costituire riferimenti di base per la parte generale dell'elettrotecnica e per i principi di funzionamento delle macchine elettriche:

Fiorio, Gorini, Meo, *Appunti di Elettrotecnica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

Civalleri, *Elettrotecnica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

Può anche essere suggerito un uso parziale dei testi:

Bossi, Sesto, *Impianti elettrici*, Ed. Delfino.

Carrescia, *Fondamenti di sicurezza elettrica*, Ed. Hoepli.

C0510 CALCOLO NUMERICO

Prof. Paolo BARATELLA

Dip. di Matematica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez	Es.	Lab.
Annuale (ore)	72	24	24
Settimanale (ore)	6	2	2

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, Fondamenti di informatica, Geometria.

PROGRAMMA**1. Preliminari**

L'aritmetica di un calcolatore e le sue conseguenze nel calcolo numerico. Concetti di condizionamento di un problema e di stabilità di un algoritmo.

2. Risoluzione di sistemi lineari

Metodo di Gauss, fattorizzazione di una matrice e sue applicazioni. Metodi iterativi: Jacobi, Gauss-Seidel, SOR.

3. Autovalori di una matrice

Metodi delle potenze e delle potenze inverse. Cenni sul metodo QR per il calcolo di tutti gli autovalori e autovettori.

4. Approssimazione di funzioni e di dati sperimentali

Interpolazione con polinomi algebrici (formule di Lagrange e di Newton) e con funzioni splines. Il criterio dei minimi. Derivazione numerica.

5. Equazioni e sistemi di equazioni non lineari

Metodo di Newton e sue varianti. Processi iterativi in generale. Problemi di ottimizzazione.

6. Calcolo di integrali

Formule di Newton-Côtes. Definizione e proprietà principali dei polinomi ortogonali. Formule gaussiane. Routines automatiche (sia di tipo non adattativo che di tipo adattativo). Cenni sul caso multidimensionale.

7. Equazioni differenziali ordinarie

Problemi a valori iniziali: metodi one-step e multi-step, sistemi stiff. Problemi con valori ai limiti: metodi alle differenze e shooting.

8. Equazioni differenziali alle derivate parziali

Metodi alle differenze e dei residui pesati. Cenni sul metodo degli elementi finiti.

TESTI CONSIGLIATI

G. Monegato, *Fondamenti di calcolo numerico*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1990.

A. Orsi Palamara, *Programmare in Fortran 77*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1987.

C0621 CHIMICA I

Prof. Cesare BRISI

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

I ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	85	30	—
Settimanale (ore)	6	2	—

Il corso si propone di fornire le basi teoriche necessarie per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici e di dare una breve rassegna delle proprietà degli elementi più comuni e dei loro principali composti. Esso si articola di conseguenza in tre parti: una di chimica generale alla quale vengono dedicate circa 60 ore di lezione; una di chimica inorganica (circa 20 ore di lezione) ed una di chimica organica (5-10 ore di lezione). Per seguire con profitto il corso sono sufficienti le nozioni di base relative alle leggi generali della chimica, alla simbologia e alla nomenclatura.

PROGRAMMA

Chimica Generale: Sistemi omogenei e sistemi eterogenei. Concetto di fase, di composto, di elemento. Teoria atomico-molecolare. Legge di Avogadro. Determinazione dei pesi atomici e molecolari. Concetto di mole. Calcoli stechiometrici. Nomenclatura chimica. Il sistema periodico degli elementi. L'atomo secondo i modelli classici e quantomeccanici. Interpretazione elettronica del sistema periodico. Fenomeni legati all'emissione delle radiazioni luminose e dei raggi x. Legame ionico, covalente, metallico. Energia reticolare, energia di legame. Grado di ossidazione. Isotopia. Energia di legame dei nucleoni. Radioattività. Fenomeni di fissione e di fusione nucleare. Leggi dei gas. Dissociazione termica. Teoria cinetica dei gas. Calore specifico dei gas. Stato solido. Reticolo cristallino e cella elementare. Difetti reticolari. Soluzioni solide. Stato vetroso. «Composti» non stechiometrici. Stato liquido. Equazione di Clausius-Clapeyron. Tensione di vapore delle soluzioni. Fenomeni crioscopici ed ebullioscopici. Pressione osmotica. Energia interna ed entalpia. Effetto termico delle reazioni. Entropia ed energia libera di reazione. Velocità di reazione. Catalisi. Legge dell'azione di massa. Principio dell'equilibrio mobile. Regola delle fasi. Diagrammi di stato ad uno e due componenti. Applicazione della legge delle fasi agli equilibri chimici eterogenei. Soluzioni di elettroliti. Elettrolisi. Costante di ionizzazione. Prodotto ionico dell'acqua. Acidi e basi. pH. Idrolisi. Prodotto di solubilità. Potenziale d'elettrodo. Serie elettrochimica. Tensioni di decomposizione. Potenziali di ossido-riduzione. Cenni di corrosione.

Chimica Inorganica: Proprietà e metodi di preparazione industriale dei seguenti elementi e dei loro principali composti: idrogeno, ossigeno, sodio, rame, calcio, zinco, alluminio, carbonio, silicio, azoto, fosforo, cromo, uranio, zolfo, manganese, alogeni, ferro.

Chimica Organica: Cenni su idrocarburi saturi ed insaturi. Fenomeni di polimerizzazione. Alcoli, aldeidi, chetoni, acidi organici, eteri, esteri, ammine, ammidi, nitrili. Benzene e suoi omologhi, fenoli, nitroderivati, ammine aromatiche.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono dedicate all'ampliamento di alcuni argomenti oggetto di lezione, ad esperienze di laboratorio e a calcoli relativi agli argomenti di chimica generale.

TESTI CONSIGLIATI

C. Brisi, V. Cirilli, *Chimica Generale ed Inorganica*, Levrotto & Bella, Torino.

M.J. Sienko, R.P. Plane, *Chimica: Principi e proprietà*, Piccin, Padova.

C. Brisi, *Esercitazioni di Chimica*, Levrotto & Bella, Torino.

P. Silvestroni, *Fondamenti di Chimica*, Librerie Eredi Virginio Veschi, Roma.

L. Rosemberg, *Teoria e applicazioni di Chimica Generale*, Collane Schaum, Etas Kompass.

M. Montorsi, *Appunti di Chimica Organica*, Celid, Torino, 1987.

CHIMICA II (ridotto)

Prof. Maria Pia PRATI GAGLIA

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

I ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez	Es.	Lab.
Annuale (ore)	23	12	15
Settimanale (ore)	2	1	2

Il corso intende approfondire la conoscenza della Chimica generale e inorganica e fornire, attraverso l'approfondimento delle relazioni chimico-fisiche del Sistema Periodico e dei concetti cinetici e termodinamici relativi agli equilibri chimici, le basi essenziali per un indirizzo di tipo chimico di un corso ingegneristico.

Il corso si svolge sulla base di 2 ore di lezione, 1 ora di esercitazioni settimanali più 15 ore complessive di laboratorio.

Sono prepedeutiche le nozioni impartite nel corso di Chimica I

PROGRAMMA

Il contenuto del corso comprende una prima parte a carattere generale in cui vengono ripresi alcuni concetti fondamentali di chimica; in particolare sono trattati i seguenti argomenti: la reazione chimica e il suo aspetto qualitativo e quantitativo; l'equilibrio chimico da un punto di vista cinetico e termodinamico, le relative costanti ed i fattori che lo influenzano; gli equilibri in soluzione: la dissociazione elettrolitica, gli elettroliti forti e deboli, gli acidi e le basi (teorie di Arrhenius, Broensted e Lewis), il pH. La valutazione dei dati analitici, teoria degli errori.

Nella seconda parte sono trattati quattro tipi fondamentali di reazioni: reazioni acido-base (teoria degli indicatori, calcolo del pH); reazioni di precipitazione (solubilità e prodotto di solubilità); reazioni ossido-riduzione (potenziali, equazione di Nernst, celle, potenziali standard, costanti di equilibrio); reazioni con formazione di complessi (composti di coordinazione, chelati).

ESERCITAZIONI

In aula vengono svolte esercitazioni di calcolo riguardanti l'applicazione dei principi teorici esposti a lezione relativi ai diversi equilibri: sono calcolati il pH e le concentrazioni delle diverse specie all'equilibrio di soluzioni di acidi e basi deboli, di soluzioni tampone, di acidi poliprotici o basi poliacide, di anfoteri, di acidi deboli più basi deboli. Sono inoltre eseguiti calcoli relativi a reazioni di neutralizzazione (pH), a reazioni di precipitazione (Kps, solubilità in funzione del pH di solfuri e idrossidi anfoteri), a reazioni di ossido-riduzione.

LABORATORI

In laboratorio vengono eseguite dagli studenti esercitazioni relative all'analisi quantitativa, e misure potenziometriche.

TESTI CONSIGLIATI

H. Freiser, Q. Fernando, *Gli equilibri ionici nella Chimica analitica*, Ed. Piccin, Padova.

C0661 CHIMICA INDUSTRIALE I

Prof. Giovanni B. SARACCO

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	70	28	20
Settimanale (ore)	5	2	—

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.

Nella parte generale del corso, in questo senso, vengono affrontati i principali aspetti termodinamici, cinetici ed in generale chimico-fisici, di una reazione chimica.

Da un punto di vista applicativo ed impiantistico vengono considerati, nel processo chimico, le caratteristiche delle sostanze coinvolte, le modalità di realizzazione, i bilanci energetici e di materia, le rese; vengono anche prese in esame le interferenze possibili con l'ambiente e, alla luce delle vigenti leggi, i sistemi disponibili per combattere l'inquinamento. La seconda parte del corso, a titolo di chiarificazione, illustra secondo le prospettive sopra indicate i più importanti processi unitari della chimica industriale.

PROGRAMMA

Parte generale: Linee di produzione ed aspetti economici nell'industria chimica; valutazione complessiva di materia ed energia in un processo chimico. Fabbisogni idrici nell'industria. Caratteristiche di impiego, in sicurezza, delle sostanze chimiche.

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. Calcolo delle proprietà delle sostanze.

Aspetti termodinamici, termochimici e cinetici delle reazioni chimiche.

Equilibrio fra fasi eterogenee; separazione e calcoli di cristallizzazione.

Cinetica di reazione, catalizzatori e reattori chimici. Dimensionamento di reattori ideali continui e discontinui. Trasferimento di calore in relazione ai livelli termici del processo chimico.

Parte speciale: Principali reazioni di interesse industriale nelle sintesi organiche: idrogenazione, deidrogenazione, ossidazione, esterificazione, alchilazione, solfonazione, nitratura, aminazione, ossosintesi, alogenazione, polimerizzazione, ecc.

ESERCITAZIONI

Nelle esercitazioni in aula vengono illustrati come esempi numerici i concetti di termodinamica e cinetica e gli sviluppi di processo che formano oggetto delle lezioni.

LABORATORI

È prevista l'esecuzione di alcune esercitazioni di laboratorio dirette a chiarire alcuni concetti termodinamici, cinetici e di processo trattati e sviluppati con calcoli numerici.

TESTI CONSIGLIATI

R. Rigamonti, *Chimica industriale*, Ed. Clut.

G. Natta, I. Pasquon, *I principi fondamentali della Chimica industriale*, Ed. Clut.

G. Genon, M. Onofrio, *Esercitazioni di Chimica industriale*, Ed. Clut.

P.H. Groggins, *Unit Process in Organic Synthesis*, McGraw Hill.

C0694 CHIMICA ORGANICA (ridotto)

Prof. Franco FERRERO

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	40	10	—
Settimanale (ore)	3	1	—

Il corso, oltre a fornire agli allievi i fondamenti della chimica dei composti organici, intende chiarire gli aspetti di base delle reazioni inerenti i processi della chimica industriale organica.

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni in aula.

Sono propedeutiche le nozioni impartite nel corso di Chimica I.

PROGRAMMA

Fondamenti: Struttura, proprietà e reattività delle molecole organiche. Isomeria e stereochimica.
Chimica dei composti organici: Nomenclatura, proprietà fisiche e chimiche, fonti industriali, reazioni di preparazione e caratteristiche di: alcani, cicloalcani, alcheni, dieni, alchini, areni, alogenuri, alcoli, fenoli, eteri, epossidi, aldeidi, e chetoni, acidi e derivati, ammine, lipidi, carboidrati, amminoacidi e proteine.

Reazioni organiche: Natura reagenti, intermedi, meccanismi, aspetti cinetici e termodinamici delle reazioni (radicaliche, eliminazione, addizione, sostituzione, ossidazione e riduzione, sintesi, polimerizzazione).

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni in aula sono costituite da esercizi sul programma svolto.

TESTI CONSIGLIATI

R.J. Fessenden, J.S. Fessenden, *Chimica organica* (2^a ed.), Ed. Piccin, Padova, 1983.

N.L. Allinger, M.P. Cava, D.C. De Jongh, C.R. Johnson, N.A. Lebel, C.L. Stevens, *Chimica organica* (2^a ed.), Ed. Zanichelli, Bologna, 1981.

J. McMurry, *Fondamenti di Chimica organica*, Ed. Zanichelli, Bologna, 1990.

G. Ruà, *Nomenclatura di Chimica organica*, Ed. La Scientifica Editrice, Torino, 1990.

C1660 ELEMENTI DI MECCANICA TEORICA E APPLICATA

Prof. Nicolò D'ALFIO

Dip. di Meccanica

II ANNO
2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	75	40	—
Settimanale (ore)	6	3	—

Il corso si propone di fornire agli studenti le principali cognizioni di Meccanica razionale e di Meccanica applicata.

Sono propedeutiche le nozioni impartite nei corsi di Analisi I, Fisica I e Geometria.

PROGRAMMA

Geometria delle masse: baricentri e momenti d'inerzia.

Cinematica: velocità e accelerazione di un punto e di un sistema rigido; metodi grafici per la risoluzione dei problemi di cinematica; tipi principali di legge del moto.

Statica: vincoli e reazioni vincolari; gradi di libertà di un sistema, equazioni di equilibrio; applicazioni delle equazioni di equilibrio per la risoluzione dei problemi di statica.

Dinamica: forze di inerzia, riduzione delle forze d'inerzia; equazioni di equilibrio della dinamica; teorema dell'energia; quantità di moto e momento della quantità di moto.

Forze agenti negli accoppiamenti: aderenza e attrito, attrito nei perni; impuntamento; attrito volvente, rendimenti dei meccanismi; urti.

La trasmissione del moto: giunti, cinghie, catene, funi, paranchi di sollevamento; ingranaggi cilindrici a denti dritti ed elicoidali, ingranaggi conici a denti dritti, forze scambiate negli ingranaggi; rotismi ad assi fissi, riduzione dei momenti di inerzia; rotismi epicicloidali semplici e composti, differenziale; vite e madrevite; vite senza fine e ruote elicoidali; vite a circolazione di sfere; forze scambiate nelle viti; camme; meccanismi per la trasformazione di un moto continuo in un moto intermittente ed in un moto alternativo; freni a tamburo, a disco e a nastro, lavoro dissipato nei freni; frizioni a disco, centrifughe; cuscinetti a rotolamento ed a strisciamento.

I sistemi meccanici: accoppiamento tra motori e macchine operatrici; sistemi oscillanti (oscillazioni libere e forzate); sistemi giroscopici; nozioni di meccanica dei fluidi.

ESERCITAZIONI

Nel corso delle esercitazioni vengono svolti esempi illustrativi degli argomenti del corso; una particolare attenzione viene dedicata a mettere in evidenza l'aspetto "reale" dei diversi esercizi proposti.

TESTI CONSIGLIATI

Jacazio, Piombo, *Meccanica applicata alle macchine*, Vol. I e Vol. II, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

Jacazio, Piombo, *Esercizi di Meccanica applicata alle macchine*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

C1901 FISICA I

Prof. Aurelia STEPANESCU

Dip. di Fisica

I ANNO

Impegno didattico

Lez. Es. Lab.

2° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

75 25 10

Settimanale (ore)

6 2 —

Il corso si propone di fornire gli elementi di base necessari per la comprensione della meccanica del punto e dei sistemi, con particolare riguardo al corpo rigido e ai fluidi, dell'ottica geometrica in sistemi ottici centrati, della fisica matematica del campo gravitazionale e coulombiano, della elettrostatica nel vuoto.

PROGRAMMA

Metrologia: Misurazione e incertezza. Sistemi di unità di misura. Analisi dimensionale. metodo dei minimi quadrati.

Cinematica del punto: Moto rettilineo e curvilineo. Moto relativo (classico e relativistico) e covarianza delle leggi fisiche. Riferimenti inerziali e non inerziali.

Dinamica del punto: Tre principi di Newton. Forze d'inerzia (pseudo-forze). Interazioni: gravitazionale, elettrostatica, elastica. Vincoli e attrito radente (statico e dinamico). Attrito del mezzo (viscoso e idraulico). Lavoro, potenza. Teorema lavoro-energia cinetica.

Statica del Punto.

Campi conservativi: Gradiente. Potenziale. Energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Teorema di Stokes. Teorema e legge di Gauss. Campo gravitazionale e coulombiano. Equazione di Poisson.

Oscillazioni: Armonica semplice, smorzata, forzata. Risonanza. Oscillatore anarmonico.

Dinamica dei sistemi: Centro di massa. I equazione cardinale. Conservazione della quantità di moto. II equazione cardinale. Conservazione del momento angolare. Corpo rigido. Assi principali d'inerzia. Giroscopio.

Statica dei sistemi.

Meccanica dei fluidi: Legge di Stevino. Legge di Archimede. Equazione di continuità. Teorema di Bernoulli. Tensione superficiale.

Onde elastiche.

Ottica geometrica.

Elettrostatica nel vuoto: Potenziale di una carica e di un dipolo. Conduttori in equilibrio. Cariche in moto in un campo elettrostatico.

ESERCITAZIONI IN AULA

Esercizi applicativi sul programma del corso.

ESERCITAZIONI IN LABORATORIO (computer on line)

- Misurazione di spostamenti e velocità in caduta libera, e dell'accelerazione di gravità.
- Misurazione del periodo del pendolo semplice in funzione della lunghezza e dell'elongazione.

TESTI CONSIGLIATI

Per quanto riguarda il testo da adottare, gli studenti seguano le indicazioni del docente.

R. Resnik, D. Halliday, *Fisica*, Parte I, Ambrosiana, Milano, 1982.

R.A. Serway, *Fisica per scienze ed ingegneria*, SES, Napoli, 1987.

A.C. Melissinos, F. Lobkowicz, *Fisica per scienze e ingegneria*, Vol. 1 Piccin, Padova, 1987.

- C. Mencuccini, V. Silvestrini, *Fisica*, Liguori, Napoli, 1987.
- D.E. Roller, R. Blum, *Fisica*, Zanichelli, Bologna, 1984.
- P.A. Tipler, *Fisica*, Parte I, Zanichelli, Bologna, 1980.
- M. Alonso, E.J. Finn, *Elementi di fisica per l'Università*, vol. I, Masson, Milano, 1982.
- J.P. Hurley, C. Garrod, *Principi di fisica*, Zanichelli, Bologna, 1982.
- C. Kittel, W.D. Knight, M.A. Ruderman, *La Fisica di Berkeley*, Parte I, Zanichelli, Bologna, 1970.
- S. Rosati, *Fisica generale*, Parte I, Ambrosiana, Milano, 1978.
- R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *La Fisica di Feynman*, Addison-Wesley, London, 1969.
- G. Lovera, B. Minetti, A. Pasquarelli, *Appunti di Fisica I*, Levrotto & Bella, Torino, 1971.
- G.A. Salandin, *Problemi di Fisica I*, Ambrosiana, Milano, 1986.
- S. Rosati, R. Casali, *Problemi di Fisica generale*, Ambrosiana, Milano, 1983.

C1902 FISICA II

Prof. Laura TROSSI

Dip. di Fisica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

75

6

Es.

25

2

Lab.

10

—

La prima parte del corso si propone di fornire gli elementi di base necessari per la comprensione dell'elettromagnetismo nel vuoto e nella materia, della teoria delle onde elettromagnetiche e dell'ottica ondulatoria. La seconda parte è rivolta ai principi fondamentali della fisica atomica. La terza parte è dedicata alla termodinamica. Sono propedeutiche le nozioni impartite nel corso di Fisica I.

PROGRAMMA

Campo elettrico nella materia: dielettrici e conduttori.

Proprietà di trasporto, corrente elettrica, legge di Ohm, effetti termoelettrici.

Interazione magnetica.

Campo magnetico nel vuoto e nella materia: sostanze diamagnetiche, paramagnetiche, ferromagnetiche.

Campi elettrici e magnetici dipendenti dal tempo: legge dell'induzione elettromagnetica, induttanza e cenni ai circuiti RLC, equazioni di Maxwell.

Onde elettromagnetiche nel vuoto e nella materia.

Ottica ondulatoria: interferenza e diffrazione.

Propagazione di onde elettromagnetiche in mezzi anisotropi; polarizzazione della luce.

Interazione della radiazione elettromagnetica con la materia; descrizione effetto Fotoelettrico e Compton.

Meccanica quantistica: dualismo onda particella, principio di Indeterminazione di Heisenberg, nozioni introduttive sull'equazione di Schrödinger e funzione d'onda.

Emissione spontanea e indotta: laser.

Termodinamica classica fino all'introduzione dei potenziali termodinamici ed elementi di termodinamica statistica: funzione di partizione.

ESERCITAZIONI

Comprendono sia una parte teorica, in cui si propongono e risolvono problemi inerenti alla materia esposta nelle lezioni, sia una parte sperimentale, in cui gli studenti affrontano la problematica della misura di grandezze fisiche, valendosi della strumentazione esistente nei laboratori didattici (uso di strumenti elettrici, misure relative a circuiti elettrici, misura di indici di rifrazione, di lunghezze d'onda con reticoli di diffrazione).

TESTI CONSIGLIATI

M. Alonso, E.J. Finn, *Elementi di Fisica per l'Università*, Vol. II, Masson, Milano, 1982.

C. Mencuccini, V. Silvestrini, *Fisica I* (per la parte di Termodinamica), Liguori, Napoli, 1987.

Amaldi, Bizzarri, Pizzella, *Fisica Generale: Elettromagnetismo, Relatività - Ottica*, Ed. Zanichelli.

Zemansky, *Calore e Termodinamica per Ingegneri*:

- 1) Volume unico (consigliato agli allievi con Fisica Tecnica nel piano di studi);
- 2) Volume I (consigliato ai restanti), Ed. Zanichelli.

FONDAMENTI DI INFORMATICA (CHI + A/T)

Prof. Silvano GAI

Dip. di Automatica e Informatica

I ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	72	24	24
Settimanale (ore)	6	2	2

Il corso intende presentare i fondamenti dell'informatica, con lo scopo di fare acquisire agli allievi una discreta « manualità » nell'uso degli elaboratori, attraverso l'impiego di strumenti di produttività individuale e di linguaggi di programmazione.

Verranno inoltre fornite nozioni introduttive sulla struttura di un elaboratore, sulla rappresentazione dell'informazione al suo interno e sui principali componenti software che costituiscono un sistema informativo.

Il corso può essere considerato propedeutico per molti corsi di carattere matematico/fisico che richiedono l'uso del calcolatore per le esercitazioni e/o lo sviluppo di casi di studio su elaboratori.

PROGRAMMA

- I fondamenti:
 - sistemi di numerazione; algebra booleana e funzioni logiche; codifica dell'informazione.
- L'architettura di un Sistema di Elaborazione:
 - hardware e software; unità centrale di elaborazione (CPU); principi base di funzionamento; varie fasi dell'esecuzione di una istruzione; cenni sui linguaggi macchina; struttura a bus; memoria centrale (RAM e ROM); memoria di massa (Hard e Floppy Disk, Nastri); unità di Ingresso/Uscita (tastiere, video, mouse e stampanti); cenni di tecnologia microelettronica.
- Il Software:
 - software di base e software applicativo; software di produttività individuale; caratteristiche principali del Sistema Operativo MS-DOS; fasi dello sviluppo di un programma; i principi della programmazione strutturata; elementi di programmazione Pascal; software di produttività individuale: classificazione; i word processor: Wordstar IV; fogli elettronici: il Lotus 123; cenni di basi di dati: il dBase III plus.
- I Sistemi Informativi:
 - tipologia architettonica dei sistemi informativi: Personal Computer, Minicomputer, Workstation e Mainframes; i sistemi operativi: multi-task, multi-user, real time; interconnessione in rete di elaboratori; cenni di telematica.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Sono previste esercitazioni su Personal Computer in aula e presso i LAIB su: utilizzo del word processor *Wordstar IV*, programmazione in *Pascal*, utilizzo del foglio elettronico *Lotus 123* e del data base *dBase III plus*.

TESTI CONSIGLIATI

W.S. Davids, *Computing Fundamentals Concepts*, Second Edition, Addison-Wesley, Wokingham (UK), 1989.

P. Prinetto, *Fondamenti di informatica: raccolta di lucidi*, Levrotto & Bella, 1991.

K. Jensen, N. Wirth, *Pascal user manual and report - ISO Pascal Standard*, terza edizione, Springer, New York, 1985.

Manuale di Riferimento *DOS 3.30*, IBM Corp. e Microsoft Inc., IBM Codice Documento 94X9665.

Lotus 1-2-3 Release 2.2 Reference Manual, Lotus Development Corporation, Cambridge (Usa).

Manuale *Using dBase III Plus*, Ashton-Tate.

C2300 GEOMETRIA

Prof. Carla MASSAZA
Paolo VALABREGA

Dip. di Matematica

I ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	78	52	—
Settimanale (ore)	6	4	—

Il corso si propone di fornire agli studenti una preparazione di base per lo studio di problemi con l'uso di coordinate in relazione alla geometria analitica del piano e dello spazio. Una parte del corso è anche dedicata al calcolo matriciale, oltre che allo studio di funzioni di più variabili reali.

Il corso si svolgerà con lezioni ed esercitazioni.

Nozioni propedeutiche: sono quelle del corso di Analisi matematica I con particolare riguardo alle proprietà dei numeri reali e complessi, e alle operazioni di integrazione e di derivazione.

PROGRAMMA

Vettori liberi ed applicati. Operazioni fondamentali sui vettori ed applicazioni geometriche. Geometria analitica del piano. Coniche come curve del 2° ordine. Altri luoghi geometrici. Geometria analitica dello spazio. Coordinate cartesiane, cilindriche e sferiche. Proprietà generali di curve e superficie. Sfere e circonferenze. Coni e cilindri. Superfici di rotazione e quadriche. Elementi di geometria differenziale delle curve. Curve in forma parametrica. Lunghezza di un arco di curva.

Triedro fondamentale, curvatura e torsione. Applicazioni.

Spazi vettoriali, matrici e sistemi lineari. Sottospazi. Dimensione. Operatori lineari e matrici, con relative operazioni. Risoluzione di sistemi lineari. Autovalori ed autovettori di un operatore lineare. Calcolo differenziale per funzioni di più variabili. Funzioni di più variabili a valori reali, dominio, limiti. Derivate parziali e direzionali. Gradiente, differenziale. Massimi e minimi relativi.

Funzioni a valori vettoriali e matrice jacobiana. Applicazioni geometriche: retta tangente ad una curva, piano tangente ad una superficie.

ESERCITAZIONI

Illustrazione mediante esempi ed esercizi dei vari aspetti del programma.

TESTI CONSIGLIATI

Greco, Valabrega, *Lezioni di Matematica per allievi ingegneri*, vol. 2 (in due parti), Ed. Le-vrotto & Bella, Torino.

AA.VV., *Esercizi di Geometria*, Ed. Celid.

C3420 METALLURGIA

Prof. Aurelio BURDESE

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	78	10	20
Settimanale (ore)	6	2	—

Il corso ha lo scopo di fornire criteri razionali di scelta e di controllo dei materiali metallici ed in questo senso affianca le discipline relative alla progettazione, costruzione e conduzione di impianti chimici e meccanici.

Il corso si svolgerà con lezioni ed esercitazioni; verso la fine del corso sono previste visite a stabilimenti.

Oltre ai corsi propedeutici tradizionali (chimica e fisica) è opportuno avere acquisito nozioni di Termodinamica dell'Ingegneria Chimica, Tecnologia dei materiali, Chimica applicata e Scienza delle costruzioni.

PROGRAMMA

Metallurgia generale: struttura dei metalli; riflessi dei diagrammi di stato dei sistemi metallici sulle caratteristiche delle leghe corrispondenti; proprietà meccaniche, chimiche (corrosione, ossidazione ad alta temperatura), elettriche e magnetiche; fenomeni di scorrimento viscoso a caldo: metallografia ottica e rontgenografia; macrografia; frattografia.

Tecnologia dei materiali metallici: processi ed impianti di fabbricazione; lavorazione plastica e all'utensile; sistemi di giunzione; trattamenti termici: ricotture, normalizzazione, tempra ordinaria, tempre speciali, rinvenimento; tempra di solubilizzazione e fenomeni di invecchiamento; cementazione; nitrurazione; impianti per trattamenti termochimici; previsione delle proprietà meccaniche dopo trattamento.

Materiali ferrosi: acciai al carbonio; classificazione; usi; caratteristiche strutturali e di impiego degli acciai legati; leghe per turbine; materiali metallo-ceramici.

Leghe e metalli non ferrosi: rame; ottoni; bronzi comuni e speciali; cupralluminio; alluminio; raffinal; leghe di alluminio per getto e per trattamento termico; magnesio, titanio; zinco; piombo; nichel; cobalto; cromo; manganese; niobio; vanadio; silicio; germanio; lantanidi; attinidi; materiali compositi a matrice metallica.

ESERCITAZIONI

Prove fisico-meccaniche. Metallografia ottica e rontgenografica. Calcoli di temprabilità degli acciai e di diffusione superficiale di interstiziali in presenza di ambienti carburanti e carbonitruranti.

LABORATORI

Prove fisico-meccaniche. Metallografia ottica e rontgenografica. Frattografia.

TESTI CONSIGLIATI

A. Burdese, *Metallurgia*, Utet, Torino.

A.H. Cottrel, *An Introduction to Metallurgy*, Arnold, Londra.

A.R. Bailey, *A Text-book of Metallurgy*, McMillan, Londra.

G.E. Dieter, *Mechanical Metallurgy*, McGraw Hill, Kagakuskā, Tokio.

C3991 PRINCIPI DI INGEGNERIA CHIMICA I

Prof. Giancarlo BALDI

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	65	52	—
Settimanale (ore)	5	4	—

Il corso si propone di illustrare i fondamenti del trasporto di materia, energia e quantità di moto. Sono anche dati concetti fondamentali di cinetica chimica e fisica. Nozioni propedeutiche: Termodinamica per l'Ingegneria Chimica, i corsi di Analisi Matematica.

PROGRAMMA

Cinetica delle reazioni chimiche. Teoria della velocità delle reazioni; energia di attivazione; reazioni a catena; reazioni bimolecolari in fase di gas; reazioni in fase liquida.

Bilancio macroscopico di materia, energia, quantità di moto; idrostatica.

Equazioni costitutive di Fick, Fourier, Newton; cenni ai fluidi non Newtoniani.

Equazioni del moto; tensore degli sforzi; equazione di Navier-Stokes e Eulero; equazione dell'energia globale, meccanica e tecnica; equazione di variazione di materia.

Fenomenologia della turbolenza; tensore degli sforzi di Reynolds; profili di velocità in tubi circolari; fattore di attrito e fattore di forma; velocità di decantazione.

Equazione di variazione in flusso turbolento di massa ed energia.

Trasporto all'interfaccia: coefficienti integrali di scambio; resistenze in serie; coefficienti globali; resistenze controllanti.

Cinetiche di cambiamento di fase: evaporazione, condensazione, cristallizzazione.

ESERCITAZIONI

Consistono nell'esecuzione di calcoli relativi ai concetti sviluppati a lezione.

TESTI CONSIGLIATI

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

C4600 SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

Prof. Franco ALGOSTINO

Dip. di Ingegneria Strutturale

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	52	52	—
Settimanale (ore)	4	4	—

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

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

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

Nozioni propedeutiche: Statica nel piano e nello spazio. Geometria delle aree, Analisi Matematica, Calcolo Numerico.

PROGRAMMA

Richiami di Statica e Geometria delle aree.

Analisi dello stato di deformazione: componenti della deformazione, deformazioni principali, equazioni di congruenza.

Analisi dello stato di tensione: equazioni di equilibrio, cerchi di Mohor, tensioni principali. Equazione dei lavori virtuali. Teoremi energetici.

Leggi costitutive del materiale. Il corpo elastico: la legge di Hooke. Tensioni ideali, limiti di resistenza.

Il problema di De Saint Venant: impostazione generale del problema, flessione deviata, torsione, taglio.

Il principio di De Saint Venant: teoria delle travi.

Travature piane caricate nel loro piano e caricate trasversalmente. Travature spaziali.

Calcolo delle sollecitazioni e degli spostamenti in travature isostatiche ed iperstatiche.

Problemi non lineari con grandi deformazioni. Fenomeni di instabilità. L'asta caricata di punta: teoria di Eulero, l'asta oltre il limite elastico.

ESERCITAZIONI

Consistono in applicazioni della teoria svolta a lezione.

Gli allievi, in gruppi, guidati dal docente, risolvono problemi concreti, ed eseguono elaborati servendosi di personal computers.

TESTI CONSIGLIATI

P. Cicala, *Scienza delle Costruzioni*, vol. 1 e 2, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

G. Faraggiana, A.M. Sassi Perino, *Applicazioni di Scienza delle Costruzioni*, Ed. Levrotto & Bella, Torino

C5570 TECNOLOGIA DEI MATERIALI E CHIMICA APPLICATA

Prof. Pietro APPENDINO

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
ChimicaII ANNO
2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	80	30	8
Settimanale (ore)	6	3	—

Il corso verte sullo studio delle proprietà, dei metodi di elaborazione e delle caratteristiche tecnologiche e di impiego dei materiali di più comune utilizzazione nella pratica ingegneristica. Il corso si sviluppa su 80 ore di lezione; 25-40 ore di esercitazione e laboratorio. Nozioni propedeutiche: è indispensabile la conoscenza della chimica generale e inorganica e di alcune nozioni fondamentali di chimica organica, nonchè dei concetti base della fisica. Insegnamenti propedeutici: Chimica I, Chimica II, Chimica Organica, Fisica I.

PROGRAMMA

Acque per uso industriale. Determinazione, calcolo e metodi di abbattimento della durezza. Degasazione. Deionizzazione con resine scambiatrici. Metodi di distillazione. Elettrodialisi. Osmosi inversa. Cenni sulle acque potabili.

Combustione e combustibili. Potere calorifico. Aria teorica di combustione. Volume e composizione dei fumi. Calcolo dell'aria in eccesso. Temperatura teorica di combustione. Perdita al camino. Caratteristiche e metodi di elaborazione dei principali combustibili solidi, liquidi, gassosi. Carburanti. Lubrificanti. Propellenti.

Materiali solidi. Problemi generali: richiami sulle strutture cristalline, sulle soluzioni solide, sulle trasformazioni ordine-disordine, sulle fasi intermedie; difetti reticolari: vacanze, dislocazioni, bordi di grano, geminati; processi di rafforzamento e di addolcimento.

Sistemi eterogenei. Regola delle fasi. Diagrammi di stato binari e ternari.

Materiali ceramici e refrattari. Refrattari silicei, silico-alluminosi, magnesiaci, cromitici, cromomagnesiaci, grafitici. Saggi sui refrattari. Materiali ceramici di uso industriale. Materiali ceramici per tecnologie avanzate. Materiali leganti aerei. Cemento Portland, pozzolanico e d'alto forno: cenni sui calcestruzzi.

Vetro e vetroceramiche.

Materiali ferrosi. Produzione della ghisa d'alto forno. Diagrammi di stato ferro-cementite e ferro-grafite. Ghise di seconda fusione. Colata e solidificazione degli acciai. Trattamenti termici e termochimici sui materiali ferrosi.

Alluminio. Metallurgia. Principali leghe da getto e da bonifica.

Rame. Proprietà fisico-meccaniche. Ottoni e bronzi. Zinco, Magnesio, Titanio.

Materie plastiche. Polimeri e polimerizzazione. Principali tipi di resine termoplastiche e termoindurenti. Elastomeri. Siliconi. Vernici e pitture.

Materiali compositi a matrice polimerica, metallica e ceramica.

ESERCITAZIONI

Proprietà dei materiali (meccaniche, termiche, elettriche, elettroniche, tecnologiche); caratteristiche tecnologiche dei materiali.

Calcoli numerici e illustrazione di prove di laboratorio riguardanti gli argomenti sopra-elencati.

LABORATORI

Saggi analitici e tecnologici su acque, combustibili, lubrificanti, materiali leganti e metalli.

RICERCATORI ADDETTI ALLE ESERCITAZIONI E/O LABORATORI

C. BADINI (salvo cambiamenti).

TESTI CONSIGLIATI

C. Brisi, *Chimica Applicata*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1981.

P. Appendino, C. Gianoglio, *Esercizi di Chimica applicata*, Celid, 1989.

C5975 TERMODINAMICA DELL'INGEGNERIA CHIMICA
integrato con
ELETTROCHIMICA

Prof. Mario MAJA

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	78	40	—
Settimanale (ore)	6	4	—

Il corso viene sviluppato con l'intento di dare agli allievi le basi concettuali necessarie per lo studio delle reazioni e dei processi chimici.

Il corso presuppone la conoscenza della Chimica e della Fisica.

PROGRAMMA

Termodinamica dell'Ingegneria chimica (58 ore).

Energetica. Leggi della termodinamica generale, i potenziali termodinamici, equazioni di Maxwell, le equazioni fondamentali (Gibbs, Helmholtz, Clapeyron), bilanci energetici.

Potenziali chimici; sistemi quasi perfetti, le leggi dell'equilibrio chimico; calcolo della resa di una reazione; equilibri bifasici; equilibri di membrana.

Interpretazione molecolare della termodinamica. Cenni di statistica e di quantistica chimica. Sistemi reali. Equazioni di stato; fugacità ed attività. Sistemi plurifasici. Leggi dell'equilibrio eterogeneo; teoria e rappresentazione dei diagrammi delle fasi.

Fenomeni superficiali e termodinamica dell'adsorbimento.

Elettrochimica (20 ore).

Energetica elettrochimica. Diagrammi pH-potenziale; potenziali di membrana.

Proprietà degli elettroliti; elettroliti solidi; sali fusi, ossidi non stechiometrici.

Conversione dell'energia. Generatori primari e secondari.

TESTI CONSIGLIATI

M. Maja, *Termodinamica per l'Ingegneria Chimica*, vol. I-V, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1991.