

**CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA
DEI MATERIALI**

1. Profilo Professionale

Il corso di Laurea in Ingegneria dei Materiali è stato attivato per consentire di soddisfare crescenti richieste provenienti dal mondo industriale, con particolare riferimento a quello operante nell'Italia Nord-Occidentale. Le motivazioni sono di carattere generale e specifico.

Fra le prime deve essere annoverata la constatazione che gli ultimi decenni hanno visto uno straordinario aumento del numero dei materiali di nuova concezione resisi disponibili per le più svariate applicazioni tecnologiche e un netto miglioramento generale delle conoscenze, e quindi delle caratteristiche di impiego, di quelli affermatasi in tempi più lontani.

La scelta del materiale per la soluzione di un determinato problema è ora più ampia che non nel passato e spesso si assiste ad una vera e propria competizione fra materiali, o combinazioni di materiali, assai dissimili tra di loro. Scelta più ampia, ma anche più difficile, che può essere adeguatamente sfruttata solo in presenza di un quadro di conoscenze non riscontrabile in alcuno degli indirizzi dei corsi di laurea in Ingegneria. Questi ultimi formano infatti, nei diversi campi, tecnici utilizzatori di materiali che, per le crescenti necessità di specializzazione e il dilatarsi dello scibile nei settori specifici, non possono però che ricevere informazioni non approfondite su di essi.

Occorre invece che l'ingegnere dei materiali sia in grado di garantire una adeguata competenza ingegneristica e tecnologica non solo per la scelta e la realizzazione di materiali estremamente affidabili in condizioni di impiego molto severe, ottenuti eventualmente con tecnologie appositamente concepite, ma anche per contribuire alla messa a punto di nuovi materiali e all'estensione dei campi di applicazione di quelli noti. Nella sua attività deve inoltre aver presenti le implicanze di carattere economico, sociale, ecologico quali la disponibilità delle materie prime, gli apporti energetici necessari per la loro trasformazione, i riflessi sull'ambiente della loro produzione, utilizzazione e smaltimento, gli aspetti relativi alla sicurezza, ecc.

Per disporre di personale idoneo ad affrontare le problematiche connesse con la utilizzazione e la produzione dei materiali è necessario formare una solida mentalità ingegneristica non solo per gli aspetti legati alla fabbricazione dei materiali, ma anche, e principalmente, per quanto attiene alla loro capacità di risolvere problemi ingegneristici ivi compresi quelli afferenti alla messa a punto di componenti destinati alle più varie applicazioni.

Occorre realizzare le condizioni che consentano, sulla base di adeguate conoscenze delle materie di base, delle discipline ingegneristiche fondamentali e dell'uso dei mezzi informatici, di sviluppare in modo approfondito argomenti di carattere chimico, fisico, meccanico ed elettronico sulla natura dei materiali e sulla interdipendenza fra proprietà e microstruttura, sui fenomeni che regolano i processi di produzione e la conduzione degli impianti, sulle possibilità di modificare le proprietà dei materiali con opportuni trattamenti termici, meccanici o di altra natura.

Il corso di laurea intende inoltre colmare una lacuna del sistema formativo italiano che, unico fra quelli dei paesi più industrializzati, ha finora dedicato scarsa attenzione alla didattica relativa ai materiali e quindi alla formazione di competenze spendibili nell'ambito della produzione e della ricerca e sviluppo.

Questa situazione consente di prevedere che gli ingegneri dei materiali e, in particolare quelli che conseguiranno per primi la laurea, troveranno molteplici sbocchi professionali. Tale previsione è confortata dalla valutazione che il territorio di riferimento per i neolaureati è assai esteso e caratterizzato dalla presenza del più importante e complesso tessuto di industrie che utilizzano o producono i migliori materiali tradizionali e quelli più avanzati di tutto il territorio

nazionale. In esso già esiste un mercato del lavoro che deve essere occupato e che è destinato ad espandersi ed è presente una forte domanda di formazione altamente qualificata nell'area dei materiali per garantire l'indispensabile competitività delle industrie anche in questo fondamentale ambito.

Molti settori, alcuni consolidati ed altri in fase di decollo, quali quelli afferenti all'industria meccanica in generale, alla produzione e alla conversione dell'energia, alla bioingegneria, alla industria delle costruzioni, etc., tutti presenti nelle aree ad alto sviluppo industriale, riconoscono nella scelta dei materiali più idonei per la soluzione di ciascun problema la chiave di volta per presentarsi in modo competitivo sui mercati.

Le competenze didattiche presenti nell'ateneo sono idonee ad assicurare un processo formativo volto alla preparazione di tecnici in grado di operare, a livello direttivo, sia in laboratori e sezioni di ricerca e sviluppo di aziende private e in centri di ricerca pubblici, sia in industrie dove sia strategica la scelta dei materiali e delle tecnologie per la realizzazione di componenti o dispositivi.

Nell'ambito del *settore del trasporto terrestre*, così importante nell'area nord occidentale del paese, è certamente indispensabile la presenza di competenze tali da consentire l'ottimizzazione della progettazione di componenti basata su una conoscenza delle correlazioni fra struttura e proprietà che permetta di influire sulla scelta dei materiali e sulle tecnologie di elaborazione, valutando le possibilità offerte dai nuovi materiali, quali ad es. i materiali compositi a matrice polimerica o metallica, i tecnopolimeri, le leghe altoresistenziali e quelle leggere, i materiali ceramici non tradizionali, ecc., per poter affidare loro un ruolo significativo nella competizione tecnologica.

Considerazioni analoghe possono essere formulate per quanto concerne il *settore aeronautico e aerospaziale*, anch'esso presente in modo significativo in ambito regionale. I materiali sono uno dei fattori strategici per lo sviluppo delle specifiche attività produttive e per la presenza del paese in consorzi internazionali: si tratta di materiali ad alta resistenza e bassa densità per impieghi strutturali, di materiali ceramici o metallici per alte temperature, di materiali resistenti agli shock termici o con proprietà idonee ad essere assemblati in condizioni di microgravità. In questo caso, più che in ogni altro, occorre che la qualità dei materiali offra la massima garanzia per poter assicurare un'analogha caratteristica ai componenti.

Per quanto concerne l'ambito dell'*industria chimica* ogni innovazione di processo richiede per gli impianti la disponibilità di materiali adeguati in grado spesso di lavorare con grande affidabilità in condizioni estreme per quanto concerne la temperatura, la pressione, l'aggressività dei sistemi da elaborare. La scelta dei materiali è in questo caso particolarmente basata sulla conoscenza dei fenomeni chimico-fisici che regolano e condizionano i processi tecnologici e la disponibilità di laureati che accomunino conoscenze ingegneristiche e quelle sui materiali risulta altamente appetibile dalle numerose industrie del settore attive sul territorio.

Nel settore di vitale importanza per l'innovazione tecnologica dell'*Elettronica*, i materiali e le tecnologie realizzative costituiscono un fattore di importanza strategica per gli sviluppi futuri di industrie e di laboratori di ricerca che hanno conquistato o desiderano acquisire una dimensione europea. In settori quali la microelettronica, le microonde, la conversione diretta dell'energia, la componentistica nell'infrarosso e in generale l'optoelettronica, che vedono nell'area nord-occidentale del paese la maggiore concentrazione di industrie manifatturiere nel campo sia delle applicazioni informatiche che in quello delle telecomunicazioni, l'elemento innovativo tecnologico sempre più si basa sullo sfruttamento delle caratteristiche fisiche dei materiali, dai semiconduttori, ai materiali amorfi, ai ceramici avanzati, e sulla conoscenza e

sull'impiego delle loro "anomalie". Diventa perciò vitale per industrie e laboratori di ricerca poter disporre di una formazione universitaria di *eccellenza* nel campo dei nuovi materiali, accompagnata da una profonda sensibilità (ingegneristica) ai problemi dei campi di applicazione dei dispositivi moderni (integrati ibridi e monolitici, componenti per onde millimetriche, ottica integrata..).

2. Insegnamenti obbligatori

La scelta proposta per gli insegnamenti obbligatori globalmente considerati è mirata a fornire una preparazione sia di base sia specifica tecnico-professionale congruente con le indicazioni di profilo professionale precedentemente esposte.

Per quanto riguarda la formazione matematica di base, oltre al "corpus" tradizionalmente impartito negli attuali insegnamenti del biennio (analisi matematica, geometria), seppur parzialmente rivisti al fine di meglio rispondere alle nuove esigenze emerse, si è posta l'esigenza di trovare lo spazio per tematiche che si ritengono indispensabili per la formazione di un ingegnere dei materiali.

Per soddisfare tale esigenza si è introdotta, a mezza annualità, il corso di analisi superiore (*Analisi Matematica III*), cui si riserva il compito primario di insegnare le funzioni di variabile complessa e le trasformate integrali (soprattutto Fourier) e si è introdotta mezza annualità di *Calcolo Numerico*, cui si richiede di affrontare i concetti usualmente proposti con un preciso taglio applicativo.

Per quanto concerne l'aspetto dell'informatica di base un insegnamento di *Fondamenti di Informatica* fornisce le prime nozioni relative all'architettura dei sistemi di elaborazione ed alla loro programmazione.

La preparazione di base è completata da un corso di *Chimica*, due di *Fisica* e uno di *Elettrotecnica*. Un'attenta ridefinizione dei programmi ha consentito un migliore coordinamento dei corsi di Fisica e di Elettrotecnica con i corsi successivi. In particolare,

- I corsi di *Fisica* svolgono soprattutto un ruolo formativo sugli aspetti unificanti della metodologia interpretativa propria della fisica.
- Punti significativi sono rispettivamente: nella Fisica I, nozioni generali sulle unità dimensionali, una trattazione unificata dei campi e lo studio congiunto del campo gravitazionale e di quello coulombiano, e, nella Fisica II, una trattazione della termodinamica di tipo non solo classico, ma anche statistico.
Tali conoscenze consentiranno una descrizione microscopica del magnetismo e in particolare del ferromagnetismo e del ferrimagnetismo.
- Per quanto concerne l'*Elettrotecnica* la teoria dei circuiti viene fatta derivare dai modelli della trattazione dei campi elettromagnetici.
- La presenza di *Elettrotecnica* nel primo periodo del II anno consentirà a un maggior numero di corsi di avvalersi delle metodologie rappresentative messe a punto da tale corso. Il fatto però che esso preceda l' *Analisi Matematica III*, ove vengono introdotte le trasformate di Laplace, comporta che il calcolo simbolico generalizzato debba essere trattato in quest'ultimo corso.

Occorre qui sottolineare come i cinque insegnamenti previsti per il primo anno siano comuni agli altri Corsi di Laurea; questo facilita l'eventuale cambio di Corso di Laurea a quegli studenti che, al termine del primo anno, si accorgessero di aver operato una scelta non conforme alle proprie aspettative.

Il corso di Laurea in Ingegneria dei Materiali prevede come propedeuticità specifiche le tematiche presenti nei tre insegnamenti di:

- *Struttura della Materia (o Fisica dello Stato Solido)*
completa la formazione fisica fornendo alcuni cenni di meccanica quantistica e di fisica dello stato solido, con una particolare trattazione della struttura cristallina regolare e difettiva e delle proprietà di trasporto.
- *Scienza dei Materiali*
costituisce, a completamento dei principi chimico-fisici acquisiti dagli altri corsi, la base teorica delle discipline specialistiche a maggior carattere ingegneristico del corso di laurea. In particolare tratta dei diagrammi di stato, dei fenomeni di diffusione, dei processi di nucleazione, crescita e trasformazione delle fasi e infine dei meccanismi di rafforzamento.
- *Fisica Tecnica*
a tale insegnamento è attribuito il compito di completare le conoscenze dei materiali per quanto concerne gli aspetti della termodinamica, termocinetica e fluidodinamica. Esso può essere sostituito con il corso di *Termodinamica per l'Ingegneria Chimica*, che tratta gli stessi argomenti esaminandoli da un punto di vista più chimico e meno ingegneristico.

La cultura ingegneristica di base è completata da cinque corsi a spettro ampio, ed in particolare:

- un corso di *Scienza delle Costruzioni*, nel quale concorrono elementi teorici di base di tale disciplina e aspetti applicativi sulle problematiche tecniche legate alla resistenza dei materiali,
- un corso di *Elettronica Applicata* che fornisce gli elementi di base dell'elettronica circuitale dedicando una particolare attenzione alla descrizione dei principali sottosistemi di maggiore impiego e alla loro corretta utilizzazione, piuttosto che allo studio approfondito di ogni singolo circuito,
- un corso di *Elementi di Meccanica Teorica e Applicata* che si propone di fornire le principali nozioni di meccanica razionale e di sviluppare ampiamente i temi tradizionali della meccanica applicata,
- un corso di *Economia e Organizzazione Aziendale* nel quale i principi di economia e di gestione aziendale vengono ampliati con cenni di microeconomia,
- un corso di *Misure Elettroniche*. organizzato in quattro moduli: metrologia, strumenti, misure particolari sui materiali e sistemi automatici di misura, nozioni sulla affidabilità e sugli enti normativi.

La preparazione professionale specifica nel campo dell'ingegneria dei materiali e delle loro tecnologie è fornita da quattro insegnamenti:

- *Materiali Metallici:*
oltre a descrivere le principali proprietà dei metalli ferrosi e non ferrosi e delle loro tecnologie fornisce criteri razionali di scelta e di controllo.
- *Scienza e Tecnologia dei Materiali Polimerici:*
si propone di fornire un quadro generale sui principali tipi di polimeri, sulla loro sintesi, sulle loro proprietà fisiche e tecnologiche e sui loro impieghi.
- *Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici:*
intende fornire adeguate conoscenze delle caratteristiche, della produzione e dell'uso dei materiali ceramici tradizionali e speciali.
- *Dispositivi Elettronici:*
dai concetti fondamentali della fisica dei solidi, si ottengono le caratteristiche dei materiali semiconduttori. Successivamente vengono descritti i principi dei dispositivi a

semiconduttore fornendo nozioni di base sugli aspetti tecnologici.

La preparazione professionale nel campo della meccanica delle macchine è data, oltre a quella fornita nell'ambito del corso di *Elementi di Meccanica Teorica e Applicata*, dagli insegnamenti di *Macchine*, per cui si può fare riferimento ai programmi tradizionali, e di *Costruzione di Macchine*.

La preparazione professionale nel campo degli impianti si concretizza con un corso lasciato alla libera scelta dello studente, a secondo del suo specifico orientamento, tra i tre corsi: *Impianti chimici*, *Impianti meccanici* e *Impianti metallurgici*.

Il quadro didattico degli insegnamenti obbligatori sopra delineato vincola rigidamente 24 annualità ed è sintetizzato nella tabella seguente.

3. Quadro didattico degli insegnamenti obbligatori

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	Analisi matematica I Chimica	Geometria Fondamenti di informatica Fisica I
2	Analisi matematica II Fisica II Elettrotecnica	Struttura della materia(*) Analisi matematica III (1/2) Calcolo numerico (1/2) Elementi di meccanica teorica e applicata
3	Scienza delle costruzioni Scienza dei materiali Elettronica applicata	Scienza e tecnologia dei materiali polimerici Fisica tecnica <i>oppure</i> Termodinamica per l'ingegneria chimica Dispositivi elettronici
4	Misure elettroniche Macchine Scienza e tecnologia dei materiali ceramici	Materiali metallici V X
5	Impianti meccanici <i>oppure</i> Impianti metallurgici <i>oppure</i> Impianti chimici Costruzione di macchine Z	Economia e organizzazione aziendale Y W

(*) Nell' a.a. 1991/92 viene sostituito con il corso di Fisica dello stato solido.

- Iscrizione al secondo anno del Corso di Laurea in Ingegneria dei Materiali:
gli allievi iscritti nell' a.a. 1990/91 ai corsi di laurea che prevedono al 1° anno Disegno anziché Fondamenti di Informatica e che intendono frequentare nell'a.a. 1991/92 il secondo anno di Ingegneria dei Materiali potranno ottenere la convalida della frequenza e dell'insegnamento e dell'esame di Disegno quale disciplina di indirizzo e dovranno successivamente frequentare il corso di Fondamenti di Informatica.

4. Orientamenti

Il corso di laurea in Ingegneria dei Materiali non è suddiviso in indirizzi, ma suggerisce degli orientamenti. Questi sono costituiti da cinque insegnamenti indicati nel precedente quadro didattico con le lettere X, Y, Z, V, W. Gli orientamenti previsti sono attualmente i seguenti.

1. Materiali metallici e metallurgia
2. Materiali polimerici
3. Materiali per elettronica (e optoelettronica)
4. Materiali ceramici e compositi

E' preferibile che l'allievo scelga tutti i cinque insegnamenti all'interno di uno dei sottoelencati raggruppamenti di discipline. Tre insegnamenti sono però sufficienti per caratterizzare l'orientamento prescelto.

4.1 Materiali metallici e metallurgia

- Tecnologie metallurgiche
- Elettrometallurgia
- Metodologie metallurgiche e metallografiche
- Corrosione e protezione dei materiali metallici
- Proprietà termofisiche dei materiali
- Plasticità e lavorazione per deformazione plastica
- Macchine utensili
- Disegno tecnico industriale (1/2)
- Tecnologia meccanica (1/2)
- Chimica metallurgica.
- Metallurgia meccanica
- Interazione metallo-ambiente
- Superconduttività (1/2)
- Fisica delle superfici (1/2)

4.2 Materiali polimerici

- Meccanica dei fluidi non-newtoniani
- Tecnologia dei polimeri
- Processi di produzione dei materiali macromolecolari
- Scienza e tecnologia dei materiali compositi a matrice polimerica
- Analisi strumentale e controllo dei materiali
- Chimica organica
- Biomateriali
- Chimica fisica applicata
- Tecnologia dei materiali e chimica applicata
- Scienza e tecnologia dei materiali compositi
- Reologia dei sistemi omogenei ed eterogenei
- Proprietà termofisiche dei materiali

4.3 Materiali per elettronica (e optoelettronica)

- Tecnologie e materiali per l'elettronica I
- Analisi strumentale e controllo dei materiali
- Tecnologie e materiali per l'elettronica II
- Dispositivi elettronici II
- Elettronica dello Stato Solido
- Microelettronica
- Elettronica delle microonde
- Optoelettronica
- Teoria dei segnali
- Calcolo delle probabilità (1/2)
- Statistica matematica (1/2)
- Calcolo numerico II (1/2)
- Affidabilità e diagnostica di componenti e circuiti elettronici
- Ottica
- Circuiti integrati a microonde
- Chimica fisica applicata
- Superconduttività (1/2)
- Fisica delle superfici (1/2)

4.4 Materiali ceramici e compositi

- Scienza e tecnologia dei materiali compositi
- Disegno tecnico industriale (1/2)
- Tecnologia meccanica (1/2)
- Metallurgia meccanica
- Chimica fisica applicata
- Elettrochimica
- Reologia dei sistemi omogenei ed eterogenei
- Analisi strumentale e controllo dei materiali
- Scienza e tecnologia dei vetri
- Tecnologia dei materiali e chimica applicata
- Biomateriali
- Proprietà termofisiche dei materiali

PROGRAMMI

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

ANALISI MATEMATICA I

Docente da nominare

Dip. di Matematica

I ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso si propone di fornire allo studente gli elementi di base del calcolo infinitesimale per una metodologia di lavoro che lo avvii da un lato a utilizzare criticamente gli strumenti acquisiti, dall'altro a collegare (attraverso applicazioni a problemi di Fisica e Ingegneria) i corsi di Matematica ai successivi corsi di indirizzo.

Il corso si svolge con lezioni ed esercitazioni settimanali.

Nozioni propedeutiche sono le nozioni fondamentali di Algebra, Geometria, Trigonometria e di calcolo dei logaritmi della scuola media superiore.

PROGRAMMA

Il linguaggio della teoria degli insiemi.

Insiemi di numeri e loro proprietà: numeri interi, razionali e reali.

Lo spazio \mathbf{R}^n e le sue proprietà. Elementi di geometria analitica piana.

Successioni, limiti di successioni. Serie numeriche.

Limiti di funzioni.

Derivazione.

Funzioni elementari.

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

Integrazione per funzioni di una variabile. Integrale di Riemann. Integrali impropri.

Approssimazione di funzioni: sviluppi di Taylor e sviluppi asintotici.

ESERCITAZIONI

Vengono illustrati, mediante esempi ed esercizi, gli argomenti del corso.

TESTI CONSIGLIATI

G. Geymonat, *Lezioni di Matematica*, volume I, Levrotto & Bella, Torino, 1981.

ANALISI MATEMATICA II

Docente da nominare	Dip. di Matematica			
II ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	72	48	—
	Settimanale (ore)	6	4	—

Il corso si propone di fornire gli strumenti del calcolo integrale e della teoria delle equazioni differenziali, ed altri strumenti matematici avanzati necessari per le applicazioni dell'Ingegneria dei Materiali.

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

Propedeutici sono i corsi di Analisi matematica I e di Geometria.

PROGRAMMA

Calcolo differenziale per funzioni di più variabili. Funzioni definite implicitamente. Massimi e minimi vincolati.

Integrazione multipla.

Integrali di linea e di superficie. Integrale di linea e di flusso. Teoremi di Green, di Gauss e di Stokes.

Spazi vettoriali normali: cenno agli spazi di Hilbert.

Successioni e serie di funzioni. Serie di potenze e serie di Fourier.

Sistemi dinamici discreti ed equazioni alle differenze.

Equazioni differenziali ordinarie.

Sistemi di equazioni differenziali lineari.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Parallelamente agli argomenti delle lezioni vengono svolti esercizi in aula e/o col calcolatore.

TESTI CONSIGLIATI

A. Bacciotti, F. Ricci, *Lezioni di Analisi Matematica*, volume 2, Levrotto & Bella, Torino, 1986.

M. Leschiutta, P. Moroni, J. Vacca, *Esercizi di Matematica*, Levrotto & Bella, Torino, 1974.

H.B. Dwight, *Tables of integrals and other mathematical data*, McMillan, New York, 1961.

ANALISI MATEMATICA III

(ridotto: 0,5 annualità)

Docente da nominare

Dip. di Matematica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	36	14	—
Settimanale (ore)	3	1	—

Scopo del corso è quello di familiarizzare lo studente con alcune tecniche matematiche avanzate di uso frequente nell'Ingegneria; in particolare l'analisi complessa e le trasformate di Fourier e di Laplace.

Propedeutico è il corso di Analisi matematica II.

PROGRAMMA

- Funzioni analitiche:
 - Derivabilità, condizioni di Cauchy-Riemann, integrabilità.
 - Teorema di Cauchy, teorema dei residui, calcolo del residuo in singolarità polari, calcolo di integrali con il metodo dei residui, lemma del gran cerchio e di Jordan.
 - Formule integrali di Cauchy.
 - Sviluppabilità in serie di Taylor.
 - Principi di identità.
 - Comportamento locale: sviluppi di Laurent, classificazione delle singolarità isolate.
 - Punto all'infinito e piano di Gauss.
 - Alcuni tipi di comportamento globale: funzioni intere, teorema di Liouville; funzioni meromorfe.
 - Calcolo dei coefficienti nella decomposizione in fratti semplici.
 - Estensione analitica e polidromia: \sqrt{z} e $\ln z$.
 - Funzioni analitiche e funzioni armoniche. Teorema della media di Gauss.
 - Trasformazioni analitiche di regioni piane.
- Funzioni trascendenti non elementari.
- Concetti introduttivi sulle trasformate intragrati:
 - Introduzione alla trasformazione e antitrasformazione di Fourier; proprietà di simmetria.
 - Proprietà delle trasformate di Fourier e di Laplace; linearità, coniugazione complessa, cambio di scala, traslazione temporale, traslazione frequenziale, derivata temporale, convoluzione frequenziale.
 - Trasformate di Fourier di funzioni reali, immaginarie, pari e dispari.
 - Trasformate e antitrasformate fondamentali di Laplace di funzioni.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Verrà introdotto il calcolo simbolico generalizzato con esempi nello studio di transitori di reti elettriche.

TESTI CONSIGLIATI

G. Teppati, *Complementi di matematica*, Vol. 1 e 2, Levrotto & Bella, Torino, 1981, 1982.

CALCOLO NUMERICO

(ridotto: 0,5 annualità)

Docente da nominare

Dip. di Matematica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez. Es. Lab.

50 — —

4 — —

Il corso deve 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), nonché addestrare gli studenti all'uso di librerie scientifiche (IMSL, NAG) per la risoluzione di problemi numerici.

Propedeutici sono i corsi di Analisi matematica I, Geometria e Fondamenti di informatica, la conoscenza del linguaggio Fortran e la capacità d'uso delle risorse Laib.

PROGRAMMA

- 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.
- Risoluzione di sistemi lineari
 - Metodo di Gauss, fattorizzazione LU di una matrice e sue applicazioni.
 - Metodi iterativi: Jacobi, Gauss.
 - Seidel, SOR.
- Autovalori di una matrice
 - Metodo delle potenze per il calcolo dell'autovalore di modulo massimo o minimo.
 - Cenni sul metodo QR per il calcolo di tutti gli autovalori e autovettori.
- Approssimazione di funzioni e di dati sperimentali.
 - Interpolazione con polinomi algebrici (formule di Lagrange e di Newton) e con funzioni spline.
 - Il criterio dei minimi quadrati.
 - Cenni sul caso multidimensionale.
- Equazioni e sistemi di equazioni non lineari.
 - Metodo di Newton e sue varianti.
 - Processi iterativi in generale.
- Calcolo di integrali
 - Definizione e proprietà principali dei polinomi ortogonali.
 - Formule gaussiane.
 - Routine automatiche (sia di tipo non adattativo che di tipo adattativo).
 - Cenni sul caso multidimensionale.
- Equazioni differenziali ordinarie
 - Problemi a valori iniziali: presentazione dei metodi numerici più usati (Runge-Kutta, Adams, BDF).

TESTI CONSIGLIATIG. Monegato, *Calcolo numerico*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1985.

CHIMICA

Docente da nominare

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.

ELEMENTI DI MECCANICA TEORICA E APPLICATA

Docente da nominare	Dip. di Meccanica			
II ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	72	48	—
	Settimanale (ore)	6	4	—

Il corso si propone di fornire agli studenti i principali elementi teorici e applicativi della Meccanica.

Propedeutici sono i corsi di Analisi matematica 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.

ELETTROTECNICA

Docente da nominare

Dip. di Ingegneria Elettrica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

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

L'insegnamento riguarda soprattutto i fondamenti della teoria dei circuiti elettrici a parametri concentrati. Nozioni sui campi e sulle macchine elettriche sono pure comprese nel programma. Il corso si svolgerà con lezioni ed esercitazioni. Propedeutici sono i corsi di Analisi matematica I e di Geometria. Occorre inoltre una buona conoscenza degli argomenti svolti contemporaneamente nei corsi di Analisi matematica II e Fisica II.

PROGRAMMA

• Introduzione: Richiami sui campi elettromagnetici e sulle definizioni di tensione, corrente e potenza. Il concetto di circuito a parametri concentrati. Le leggi di Kirchhoff per le tensioni e le correnti.

• Reti lineari elementari: Modelli di resistore lineare e di generatori ideali. Connessioni di resistori. Principi di sostituzione e di sovrapposizione degli effetti. Teoremi di Millmann, Thevenin, Norton.

• Reti generali costituite di elementi senza memoria ed in regime qualsiasi: Metodo dei nodi e delle maglie. Circuiti con diodi. Circuiti con generatori dipendenti. Matrice di resistenza e di conduttanza di doppi bipoli lineari contenenti elementi resistivi. Circuiti con trasformatore e giratore ideali.

• Reti in regime sinusoidale permanente: Modelli lineari di condensatore ed induttore. Definizione di fasore, di impedenza e di ammettenza. Analisi fasoriale dei circuiti: estensione dei teoremi e dei metodi indotti introdotti per le reti senza memoria. Potenza in regime sinusoidale. Circuiti risonanti.

• Analisi delle reti nel dominio del tempo: Variabili di stato. Equazioni di stato della rete e soluzione. Casi particolari per reti del primo e secondo ordine.

• Analisi delle reti nel dominio della pulsazione complessa: Trasformata di Laplace (richiami). Circuiti equivalenti nel dominio della pulsazione complessa. Risposte all'impulso e al gradino. Funzioni di trasferimento.

• Doppi bipoli: Caratterizzazione con matrici delle impedenze, ammettenze, ibrida e di trasmissione. Connessione di doppi bipoli.

• Sistemi trifase: Terna dei generatori, circuito monofase equivalente, potenza e rifasamento.

• Calcolo di parametri di rete: Calcolo di resistori, induttori, capacità, circuiti magnetici e mutue induttanze.

• Complementi sulle reti elettriche: Metodi topologici. Equazioni di stato per reti degeneri. Complementi sull'uso della trasformata di Laplace.

• Campi elettromagnetici in regime quasi stazionario: Equazioni di Maxwell e di continuità. Teorema di Poynting. Definizioni in termini energetici di resistenza, induttanza e capacità. Circuito equivalente del trasformatore reale. Elettromagnetismo per mezzi in movimento.

• Principi di funzionamento delle macchine elettriche rotanti: Alternatore e motore sincrono. Generatore e motore asincrono. Dinamo e motore in corrente continua.

ESERCITAZIONI

Si svolgono in aula ed hanno lo scopo principale di portare gli studenti ad un grado di abilità e prontezza dell'analisi delle reti elettriche, quale richiesta dagli insegnamenti successivi.

TESTI CONSIGLIATI

C.A. Desoer, E.S. Kuh, *Fondamenti di teoria dei circuiti*, Ed. Angeli, Milano, 1981.

B. Peikari, *Fundamentals of network analysis and synthesis*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1974.

K. Kupfmüller, *Fondamenti di Elettrotecnica*, Utet, Torino, 1968. S.A. Nasar, L.E. Unne-

wehr, *Electromechanics and electric machines*, J. Wiley & Sons, New York, 1979. A. Laurentini, A.R. Meo, *Esercizi di Elettrotecnica*, Levrotto & Bella, Torino, 1975.

FISICA I

Docente da nominare	Dip. di Fisica			
I ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	84	28	4
	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, dell'elettronica nel vuoto.

PROGRAMMA

- Sistemi di unità di misura ed equazioni dimensionali.
- Cinematica del punto:
 - moto rettilineo e piano; trasformazione delle grandezze cinematiche con il mutare del sistema di riferimento (trasformazioni di Galileo, accelerazione di Coriolis, trasformazioni di Lorentz).
- Dinamica del punto:
 - tre principi di Newton; forze di inerzia; attrito (statico e radente); forze elastiche e di resistenza del mezzo; lavoro, potenza, teorema dell'energia cinetica.
- Concetto di campo:
 - campi conservativi, energia potenziale; conservazione dell'energia meccanica.
- Sistemi parzialmente estesi:
 - centro di massa; quantità di moto, conservazione della quantità di moto.
- Corpo rigido:
 - momento angolare; assi principali d'inerzia; conservazione momento angolare; trattazione elementare del giroscopio.
- Oscillazioni:
 - oscillatore armonico smorzato; oscillazioni forzate e risonanze.
- Cenni di meccanica dei fluidi:
 - equazione di continuità; tensione superficiale.
- Ottica geometrica.
- Campo gravitazionale e coulombiano:
 - teorema di Gauss; equazione di Poisson.
- Elettrostatica:
 - energia del campo elettrico; polarizzazione del dielettrico; dielettrici.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Esercizi applicativi sul programma del corso.

Esercitazioni in laboratorio su:

- misurazione dell'accelerazione di gravità;
- misurazione del periodo del pendolo in funzione della lunghezza e dell'elongazione (computer on line).

TESTI CONSIGLIATI

Per quanto riguarda i testi da adottare, gli allievi devono seguire le indicazioni del docente.

FISICA II

Docente da nominare

Dip. di Fisica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

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

La prima parte del corso si propone di fornire gli elementi 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. Propedeutico è il corso di Fisica I.

PROGRAMMA

- Classificazione dei conduttori elettrici:
 - proprietà di trasporto nei conduttori; legge di Ohm; effetti termoelettrici; leggi di Kirchhoff e cenni ai circuiti RC.
- Magnetismo:
 - principio di Ampère; circuitazione del campo magnetico; formule di Laplace.
- Interazione magnetica:
 - forza su di una carica; moto di particelle in campo magnetico; forza di Lorentz e moto ciclotronico.
- Descrizione empirica del magnetismo:
 - isteresi magnetica; elettromagneti; circuiti magnetici.
- Campi elettrici e magneti dipendenti dal tempo:
 - legge dell'induzione elettromagnetica; induttanze e cenni ai circuiti RLC; equazione di Maxwell.
- Onde elettromagnetiche nel vuoto e nella materia:
 - concetto di fotone.
- Ottica ondulatoria:
 - interferenza; diffrazione; potere risolvente di uno strumento ottico; polarizzazione della luce nei cristalli. Prisma di Nicol e lamina a quarto d'onda.
- Termodinamica:
 - termodinamica classica (temperatura e calore, I principio, II principio e entropia); elementi di statica (distribuzioni di Boltzmann, Maxwell, Bose-Einstein, corpo nero. Legge di Stephan-Boltzmann.
- Discussione microscopica di dia, para, ferro, antiferro e ferri-magnetismo.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Comprendono sia una parte teorica in cui si pongono e si risolvono problemi sia una parte sperimentale in cui gli allievi affrontano la problematica della misura di grandezze fisiche, valendosi della strumentazione esistente nei laboratori didattici.

TESTI CONSIGLIATI

Per quanto riguarda i testi da adottare gli allievi devono seguire le indicazioni del docente.

FISICA DELLO STATO SOLIDO

Docente da nominare	Dip. di Fisica												
II ANNO	Impegno didattico												
2° PERIODO DIDATTICO	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Annuale (ore)</td> <td style="width: 10%;">Lez.</td> <td style="width: 10%;">Es.</td> <td style="width: 20%;">Lab.</td> </tr> <tr> <td>Settimanale (ore)</td> <td>70</td> <td>20</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td></td> <td>6</td> <td>2</td> <td>—</td> </tr> </table>	Annuale (ore)	Lez.	Es.	Lab.	Settimanale (ore)	70	20	—		6	2	—
Annuale (ore)	Lez.	Es.	Lab.										
Settimanale (ore)	70	20	—										
	6	2	—										

Il corso riguarda lo studio delle proprietà fondamentali magnetiche, elettriche, ottiche e vibrazionali dei solidi e le correlazioni fra proprietà e microstruttura. Propedeutico è il corso di Fisica II.

PROGRAMMA

- Introduzione sulla meccanica ondulatoria:
 - meccanica classica - meccanica ondulatoria; principio di interdeterminazione e descrizione probabilistica dei processi fisici; equazione di Schrödinger e postulati fondamentali.
- Concetti fondamentali di meccanica statistica:
 - spazio delle fasi e teorema di Liouville; statistiche di Boltzmann-Gibbs, di Fermi-Dirac e di Bose-Einstein; teorema di equipartizione e relazioni tra meccanica statistica e termodinamica classica; ordine e disordine nelle leghe binarie: entropia di mescolamento e diagrammi di stato.
- Struttura dei solidi cristallini:
 - legami interatomici, dipoli, correlazioni tra legami e materiali corrispondenti (es. solidi ionici, covalenti, metallici); reticoli cristallini, vettori di base, esempi di strutture cristalline semplici: bcc, fcc, hcp..., elementi di simmetria; reticolo reciproco, proprietà generali, indici di Miller; numero di coordinazione, anisotropia; diffrazione dei raggi X e dei neutroni e determinazione roentgenografica della struttura dei solidi; teorema di Bloch.
- Proprietà vibrazionali dei solidi:
 - l'approssimazione armonica, modi normali, legge di dispersione, branche acustiche e branche ottiche; fononi, statistica dei fononi, calore specifico fononico nelle approssimazioni di Einstein e di Debye; effetti anarmonici: interazione fonone-fonone, conducibilità termica, dilatazione termica.
- Proprietà elettroniche dei solidi:
 - elettroni liberi nei metalli, superfici a energia costante, superficie di Fermi; effetti di un potenziale periodico su un gas di elettroni liberi: zone di Brillouin, mescolamento degli stati a bordo zona, bande di energia proibite; struttura a bande per metalli, semiconduttori, isolanti.
- Difetti nei solidi:
 - difetti dei materiali; difetti puntiformi: vacanze, autointerstiziali, divacanze; difetti lineari: dislocazioni a spigolo, a vite, complesse; origine, movimento, moltiplicazione, interazioni delle dislocazioni.
- Proprietà magnetiche dei solidi:
 - Hamiltoniana di un gas di elettroni in campo magnetico; diamagnetismo, paramagnetismo e ferromagnetismo nei solidi; teoria di Weiss e di Heisenberg del ferromagnetismo; antiferromagnetismo e ferrimagnetismo.
- Proprietà ottiche dei solidi
 - risposta dielettrica, riflettività e assorbimento ottico. Transizioni interbanda. Eccitoni; effetto Raman nei cristalli. Centri di colore.

ESERCITAZIONI

Possibilità di sviluppare tesine su determinati argomenti di struttura della materia.

TESTI CONSIGLIATI

G. Burns, *Solid State Physics*, Academic Press, New York, 1985.

N.W. Ashcroft, *Solid State Physics*, Holt Sanders International Editions, New York, 1981.

FONDAMENTI DI INFORMATICA

Docente da nominare

Dip. di Automatica e Informatica

I ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

2° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

56

24

24

Settimanale (ore)

4

2

2

Il corso intende fornire agli allievi i fondamenti dell'informatica, sotto l'aspetto sia hardware sia software. Particolare importanza viene data ai principi della programmazione mediante l'uso di linguaggio evoluti quali il Pascal. Vengono inoltre fornite nozioni introduttive sulla struttura di un elaboratore e sulla rappresentazione dell'informazione al suo interno.

PROGRAMMA

- La codifica dell'informazione.
- Algebra booleana: teoremi fondamentali e principi di minimizzazione delle espressioni.
- L'architettura di un Sistema di Elaborazione:
 - distinzione tra *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; le varie fasi dell'esecuzione di una istruzione.
- Il Software:
 - classificazioni; varie fasi dello sviluppo di un programma; principali componenti software di un sistema di elaborazione.
- Linguaggi di programmazione:
 - classificazioni; caratteristiche del linguaggio macchina, dell'Assembler e dei linguaggi evoluti.
- Il Sistema Operativo:
 - concetti introduttivi; classificazioni; caratteristiche principali del Sistema Operativo MS-DOS.
- Programmazione:
 - i principi della programmazione strutturata; le tecniche di programmazione; il linguaggio Pascal.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Sono previste esercitazioni di programmazione in Pascal in aula e su Personal Computer.

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 Ed. New York, 1985.

E. Piccolo, E. Macii, *Fondamenti di informatica; temi d'esame ed esercizi svolti*, Levrotto & Bella, Torino, 1990.

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

GEOMETRIA

Docente da nominare

Dip. di Matematica

I ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

72

6

Es.

48

4

Lab.

—

—

Il corso si propone di fornire alcuni strumenti algebrici e geometrici di base, in stretto collegamento con le loro applicazioni alla Fisica e all'Ingegneria. Il corso comprende lezioni ed esercitazioni settimanali.

Propedeutico è il corso di Analisi matematica I.

PROGRAMMA

Calcolo vettoriale.

Geometria analitica del piano. Coniche e altri luoghi.

Coordinate polari e numeri complessi.

Geometria dello spazio.

Rappresentazione e studio delle curve.

Superfici e loro rappresentazioni.

Cambiamenti di coordinate. Coordinate cilindriche e sferiche.

Spazi vettoriali.

Calcolo matriciale.

Sistemi lineari.

Autovalori e autovettori.

Spazi euclidei.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni sono intese a illustrare gli argomenti del corso, mediante esempi ed esercizi.

TESTI CONSIGLIATI

S. Greco, P. Valabrega, *Lezioni di Matematica per allievi ingegneri*, vol. 2, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1983.

G. Beccari e AA.VV., *Esercizi di Geometria*, Ed. Celid, Torino, 1985.

A. Sanini, *Esercizi di Geometria per allievi ingegneri*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1984.

**CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA
ELETTRICA**

1. Profilo professionale

La figura dell'ingegnere laureato in *Ingegneria Elettrica*, trova ampia richiesta nel mondo industriale e dei servizi per la sua estesa formazione culturale, che prevede competenze di base anche nei settori della meccanica, dell'elettronica della termotecnica e dell'ingegneria strutturale.

Il Corso di laurea, diviso nei due Indirizzi di Automazione ed Energia, permette inoltre all'ingegnere elettrico una scelta che pone in maggiore evidenza gli aspetti specifici e specialistici nei settori dell'elettronica industriale, della robotica, e in genere del controllo delle apparecchiature elettromeccaniche, della gestione, della produzione, trasformazione-trasporto dell'energia con particolare riguardo ai problemi di carattere energetico, di affidabilità e sicurezza.

Nella sua formazione l'attuale ingegnere elettrico si avvale anche di tecniche informatiche di tipo applicativo per i problemi di progettazione di apparecchiature e di governo automatico degli impianti.

L'area culturale che è definita dagli sbocchi professionali relativi al Corso di laurea in Ingegneria Elettrica riguarda essenzialmente:

- i sistemi di produzione e trasmissione dell'energia elettrica;
- i sistemi di distribuzione dell'energia elettrica;
- le apparecchiature industriali elettriche ed elettroniche di potenza nella loro totalità;
- gli insiemi costituenti l'alimentazione e la «muscolatura intelligente» dei sistemi per l'automazione;
- l'energetica elettrica, ovvero le metodologie per l'ottimizzazione della gestione e della utilizzazione dell'energia elettrica e dei sistemi elettrici;
- le sorgenti di energia rinnovabile, con particolare riguardo alle tecnologie dei sistemi eolici e solari;
- gli azionamenti per uso industriale e per la trazione elettrica di tutti i tipi;
- i sistemi elettrici per i trasporti e per l'alimentazione e la gestione dei servizi elettrici di bordo;
- gli alimentatori per i sistemi di telecomunicazione, ed in generale per i sistemi «dell'informazione»;
- ecc..

Tutto ciò riguarda sia la tecnologia tradizionale, che non è stata cancellata dall'enorme sviluppo dell'ingegneria elettrica, sia tutti i moderni mezzi di supporto allo sviluppo del mondo dell'industria, dei trasporti e dei servizi pubblici e privati.

Sono alla base della rivoluzione tecnologica in atto:

- lo sviluppo di nuovi materiali magnetici;
- lo sviluppo della componentistica dell'elettronica industriale;
- lo sviluppo dei dispositivi elettronici di potenza per commutazione statica;
- lo sviluppo dei sistemi elettromeccanici avanzati;
- lo sviluppo delle tecniche di controllo digitali;
- lo sviluppo delle tecniche informatiche nella progettazione automatica e nel governo degli impianti;
- le nuove esigenze di affidabilità e sicurezza;
- l'importanza dei problemi di carattere energetico.

Tutto ciò rende ragione sia della larghezza del fronte che l'area culturale in oggetto si trova a dover gestire, sia della ampiezza dei temi che si sono storicamente consolidati

nell'ambito dei ricercatori afferenti all'area culturale tradizionalmente denominata «Elettrotecnica». In questo ambito si è sviluppata la ricerca e la progettazione di soluzioni innovative sia per i «componenti di sistema» (in senso lato) che entrano nei processi elettrici industriali e non, sia per la gestione ed il controllo dei sistemi elettrici nella loro globalità. In tale senso «ingegneria elettrica» comprende lo studio e la realizzazione di tutti i sistemi utilizzati come vettori di energia elettrica, siano sistemi puramente elettrici o con conversione da o verso altra forma d'energia.

2. Insegnamenti obbligatori

Il corso si basa su 23 insegnamenti obbligatori comuni, 3 obbligatori per ciascuno dei due Indirizzi (Indirizzo Automazione e Indirizzo Energia) e 3 relativi all'Orientamento scelto dallo studente.

Per una formazione, congruente con l'indicazione del profilo professionale precedentemente esposta, tra gli insegnamenti obbligatori viene proposto un curriculum di studi articolato sulle seguenti fasi:

a) formazione matematico-fisica di base

- I corsi di *Analisi Matematica I e II* e *Analisi Matematica III* (0,5 unità didattiche, il cui svolgimento è previsto nel 3° anno) hanno lo scopo di fornire allo studente gli strumenti di base del calcolo differenziale insegnando come affrontare i problemi con rigore e spirito critico e di completare la formazione matematica con particolare riferimento all'integrazione in più dimensioni, alla integrazione di sistemi di equazioni differenziali e allo sviluppo in serie.
- Il corso di *Geometria* fornisce una preparazione di base allo studio di problemi con l'uso di coordinate in relazione alla geometria analitica del piano e dello spazio. Il corso tratta anche dei metodi di calcolo matriciale e dello studio delle funzioni di più variabili.
- I corsi di *Fisica I e II* svolgono un ruolo formativo sulla metodologia interpretativa propria della fisica con approfondimento dei fondamenti dell'Elettromagnetismo.

b) formazione ingegneristica di base

- Il corso di *Fondamenti di Informatica* fornisce le nozioni di base relative all'architettura dei sistemi di elaborazione e alla programmazione mediante linguaggi di livello superiore.
A questo si accompagna il corso di *Calcolo Numerico* che ha lo scopo di illustrare i metodi numerici fondamentali e le loro caratteristiche.
- Il corso di *Economia e Organizzazione Aziendale* presenta i principi e le applicazioni dell'organizzazione aziendale e delle tecniche aziendali nel quadro delle decisioni relative sia alla gestione operativa sia alla evoluzione ed allo sviluppo dell'impresa.
- Il corso di *Chimica* 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.
- Il corso di *Fisica Tecnica* ha come scopo di fornire le basi progettuali per l'illuminazione, l'acustica, la termodinamica dei fluidi e la trasmissione del calore.
- *Meccanica Analitica* (0,5 unità didattiche) e *Meccanica Applicata alla Macchine* insieme con l'acquisizione dei fondamenti della meccanica e dei relativi metodi matematici, esaminano le leggi fondamentali dell'analisi funzionale di componenti meccanici e

l'analisi dinamica dei sistemi meccanici.

- La formazione meccanica si completa con i corsi di *Disegno Assistito dal Calcolatore* (0,5 unità didattiche) e *Costruzione di Macchine* (0,5 unità didattiche) e infine con un corso di *Macchine* in cui sono esposti i principi di funzionamento delle macchine a fluido, con approfondimento dei criteri di utilizzazione, di scelta e di esercizio delle macchine stesse.
- Per quanto riguarda la formazione nel campo degli aspetti strutturali, questa è affidata al corso di *Scienza delle Costruzioni* che fornisce i fondamenti della teoria dell'elasticità, della teoria delle travi inflesse e dei problemi della stabilità e dell'equilibrio.

c) *formazione specialistica elettrica.*

- La formazione viene introdotta con i corsi di *Elettronica* ed *Elettrotecnica 11* che, dopo aver fornito le basi concettuali della teoria dei circuiti, approfondiscono tematiche di aspetto applicativo nel campo delle macchine e degli impianti elettrici. Accanto a questi il corso di *Scienza e Tecnologia dei Materiali Elettrici* evidenzia, in funzione della loro utilizzazione in settori specifici, le proprietà dei più comuni materiali di interesse elettrotecnico.
- Il corso di *Macchine Elettriche* analizza i fenomeni e i principi di funzionamento delle macchine elettriche e descrive le principali tecniche realizzative e di impiego delle stesse.
- Il corso di *Impianti Elettrici I* ha lo scopo di rendere disponibile una descrizione completa e coordinata delle regole di progettazione, installazione, esercizio degli impianti di distribuzione di media e bassa tensione. A integrazione della formazione svolta nei precedenti corsi sussistono ancora i seguenti insegnamenti:
- *Misure Elettriche* atto a fornire la base teorica e applicativa nel campo delle misure su apparecchiature e impianti elettrici a frequenza industriale.
- *Controlli Automatici* rivolto alla determinazione delle leggi del funzionamento dinamico e al progetto degli organi di controllo di sistemi.
- *Elettrotecnica Applicata* destinata a fornire gli elementi di base nel funzionamento statico e dinamico di circuiti contenenti dispositivi elettronici.

Il Corso di laurea in Ingegneria Elettrica si articola in due Indirizzi, a scelta dello studente: l'indirizzo AUTOMAZIONE e l'indirizzo ENERGIA.

L'Indirizzo AUTOMAZIONE presenta i corsi di:

- *Elettronica Industriale di Potenza* tendente a fornire le basi di progetto dei circuiti elettronici per il comando in potenza di apparecchiature elettromeccaniche.
- *Azionamenti Elettrici* che analizza il comando di sistemi elettromeccanici aventi prerogative adatte al controllo di posizione, con particolare enfasi all'interazione tra macchina elettrica e struttura elettronica di potenza.
- *Modellistica di Sistemi Elettromeccanici* che fornisce le conoscenze teoriche per il funzionamento delle macchine elettriche in transitorio o in regimi di alimentazione non convenzionale.

Questo Indirizzo presenta inoltre, a scelta dello studente, i seguenti Orientamenti, ciascuno costituito dagli insegnamenti indicati con X,Y,Z nella tabella 1.

Gli Orientamenti attualmente previsti per l'Indirizzo AUTOMAZIONE sono i seguenti:

Elettronica industriale

- Controllo digitale

- Applicazioni industriali elettriche
- Azionamenti per l'automazione*

Automazione dei processi

- Controllo dei processi
- Modellistica e identificazione
- Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo*

Robotica

- Azionamenti per l'automazione
- Meccanica dei robot
- Applicazioni industriali elettriche*

Azionamenti elettromeccanici

- Azionamenti per l'automazione
- Costruzioni elettromeccaniche
- Sensori e trasduttori*

Tecnologico

- Costruzioni elettromeccaniche
- Metodologie di progettazione di macchine elettriche
- Tecnologia meccanica*

Gli insegnamenti elencati in ciascun orientamento costituiscono l'impostazione di base. E' possibile, facendone esplicita richiesta nel piano di studio, sostituire, secondo criteri stabiliti dal Consiglio di Corso di Laurea, gli insegnamenti contrassegnati con asterisco con uno di quelli appartenenti alla seguente tabella, se attivato.

- 1) Applicazioni industriali elettriche
- 2) Automazione a fluido
- 3) Azionamenti per l'automazione
- 4) Intelligenza artificiale
- 5) Marketing industriale
- 6) Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo
- 7) Oleodinamica e pneumatica
- 8) Ricerca operativa
- 9) Sensori e trasduttori
- 10) Tecnica della sicurezza elettrica
- 11) Tecnologia meccanica

L'indirizzo ENERGIA presenta i corsi di:

Elettronica Industriale di Potenza tendente a fornire le basi di progetto dei circuiti elettronici per il comando in potenza di apparecchiature elettromeccaniche.

Impianti Elettrici II che si propone di introdurre i concetti fondamentali per l'analisi e la gestione dei sistemi elettrici di produzione, di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica.

Sistemi Elettrici per l'Energia che si pone in prosecuzione del corso di Impianti Elettrici II e affronta lo studio del funzionamento transitorio e dinamico dei sistemi elettrici per l'energia.

Questo Indirizzo presenta inoltre, a scelta dello studente, i seguenti Orientamenti, ciascuno costituito dagli insegnamenti indicati con X,Y,Z nella tabella 2.

Gli Orientamenti attualmente previsti per l'Indirizzo ENERGIA sono i seguenti:

Impiantistico professionale

- Impianti elettrici a media e bassa tensione
- Tecnica della sicurezza elettrica
- Impianti termotecnici*

Tecnico-economico

- Tecnica della sicurezza elettrica
- Tecnica ed economia dell'energia elettrica *
- Sistemi organizzativiO

Sistemi elettrici di potenza

- Automazione dei sistemi elettrici per l'energia
- Tecnica ed economia dell'energia elettrica*
- Modellistica ed identificazione*

Sistemi elettrici speciali

- Sistemi elettrici per i trasporti
- Tecnica ed economia dell'energia elettrica*
- Modellistica ed identificazione*

Biomedico

- Tecnica della sicurezza elettrica
- Biomeccanica*
- Modellistica ed identificazione*

Gli insegnamenti elencati in ciascun Orientamento costituiscono l'impostazione di base. E' possibile, facendone esplicita richiesta nel piano di studio, sostituire, secondo criteri stabiliti dal Consiglio di Corso di Laurea, gli insegnamenti contrassegnati con asterico con uno di quelli appartenenti alla seguente tabella, se attivato.

- 1) Affidabilità di sistemi elettrici
- 2) Applicazioni industriali elettriche
- 3) Automazione a fluido
- 4) Costruzione idrauliche
- 5) Pianificazione ed esercizio dei sistemi elettrici per l'energia
- 6) Gestione dei progetti d'impianto
- 7) Gestione dei servizi energdici
- 8) Impianti di produzione dell'energia elettrica
- 9) Impianti elettrici di media e bassa tensione
- 10) Impianti termotecnici
- 11) Intelligenza artificiale
- 12) Marketing industriale
- 13) Modelli per il supporto alle decisioni
- 14) Modellistica e simulazione dei sistemi meccanici

- 15) Ricerca operativa
- 16) Sensori e trasduttori
- 17) Sistemi elettrici di bordo
- 18) Sistemi elettrici industriali
- 19) Strumentazione biomedica
- 20) Progettazione di sistemi di trasporto

Tabella 1 - Indirizzo Automazione

<i>Anno</i>	<i>1° periodo didattico</i>	<i>2° periodo didattico</i>
1	Analisi matematica I Chimica	Geometria Fondamenti di informatica Fisica I
2	Analisi matematica II Fisica II Economia e organizzazione aziendale	Fisica tecnica Calcolo numerico Elettrotecnica
3	Analisi matematica III (r) Meccanica analitica (r) Scienza delle costruzioni Scienza e tecnologia dei materiali elettrici	Meccanica applicata alle macchine Disegno assistito dal calcolatore/ Costruzione di macchine (i) Elettrotecnica II
4	Macchine elettriche Misure elettriche Controlli automatici	Macchine Impianti elettrici I Elettronica applicata
5	Elettronica industriale di potenza Modellistica di sistemi elettromeccanici X	Azionamenti elettrici Y Z

(i) corso integrato

(r) corso ridotto

X, Y, Z indicano collocazioni di corsi di Orientamento

Tabella 2 - Indirizzo Energia

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	Analisi matematica I Chimica	Geometria Fondamenti di informatica Fisica I
2	Analisi matematica II Fisica II Economia e organizzazione aziendale	Fisica tecnica Calcolo numerico Elettrotecnica
3	Analisi matematica III (r) Meccanica analitica (r) Scienza delle costruzioni Scienza e tecnologia dei materiali elettrici	Meccanica applicata alle macchine Disegno assistito dal calcolatore/ Costruzione di macchine (i) Elettrotecnica II
4	Macchine elettriche Misure elettriche Controlli automatici	Macchine Impianti elettrici Elettronica applicata
5	Elettronica industriale di potenza Impianti elettrici II X	Sistemi elettrici per l'energia Y Z

(i) Corso integrato

(r) Corso ridotto

X, Y, Z indicano collocazioni di corsi di orientamento

PROGRAMMI

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

ANALISI MATEMATICA I

Prof. Renato ASCOLI

Dip. di Matematica

I ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso si propone di fornire allo studente gli elementi di base del calcolo infinitesimale per una metodologia di lavoro che da un lato lo avvia a utilizzare criticamente gli strumenti acquisiti, dall'altro a collegare (attraverso applicazioni a problemi di Fisica e Ingegneria) i corsi di Matematica ai successivi corsi di indirizzo.

Il corso si svolge con lezioni ed esercitazioni settimanali.

Nozioni propedeutiche sono le nozioni fondamentali di Algebra, Geometria, Trigonometria e di calcolo dei logaritmi della scuola media superiore.

PROGRAMMA

Il linguaggio della teoria degli insiemi.

Insiemi di numeri e loro proprietà: numeri interi, razionali e reali.

Lo Spazio \mathbf{R}^n e le sue proprietà. Elementi di geometria analitica piana.

Successioni, limiti di successioni. Serie numeriche.

Limiti di funzioni.

Derivazione.

Funzioni elementari.

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

Integrazione per funzioni di una variabile. Integrale di Riemann. Integrali impropri.

Approssimazione di funzioni: sviluppi di Taylor e sviluppi asintotici.

ESERCITAZIONI

Vengono illustrate, mediante esempi ed esercizi, gli argomenti del corso.

PRECEDENZE

Nessuna.

TESTI CONSIGLIATI

G. Geymonat, *Lezioni di Matematica*, volume I, Levrotto & Bella, Torino, 1981.

ANALISI MATEMATICA II

Docente da nominare	Dip. di Matematica			
II ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	84	26	—
	Settimanale (ore)	6	4	—

Il corso si propone di completare la formazione matematica di base dello studente, con particolare riferimento all'integrazione in più dimensione, 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 I e di Geometria.

PROGRAMMA

Calcolo differenziale per funzioni di più variabili.

Integrazione di funzioni di più variabili. Nozioni di misura di un insieme e di integrale di una funzione. Formule di cambiamento variabile. Solidi di rotazione.

Forme differenziali lineari. Nozione di forma satta e di integrale di linea di una forma. Teorema di Green.

Cenni vettoriali nello spazio. Rotore e divergenza di un campo. Flusso di un campo attraverso una superficie orientata. Teoremi di Gauss e Stokes.

Equazioni differenziali: esistenza e unicità della soluzione del problema di Cauchy. Alcune equazioni particolari. Equazioni e sistemi differenziali lineari; proprietà delle soluzioni; caso dei coefficienti costanti.

Serie di funzioni. Diversi tipi di convergenza e criteri relativi. Serie di potenza; raggio di convergenza. Sviluppi di Taylor e Mac Laurin. Applicazioni al calcolo approssimativo di integrali e alla risoluzione di equazioni differenziali.

Serie di Fourier. Proprietà e criteri di convergenza; esempi di analisi armonica.

ESERCITAZIONI

Parallelamente agli argomenti delle lezioni vengono svolti esercizi in aula e/o (se possibile) su calcolatore.

TESTI CONSIGLIATI

A. Bacciotti, F. Ricci, *Lezioni di Analisi Matematica 2*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

Leschiutta, Moroni, Vacca, *Esercizi di Matematica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1982.

H.B. Dwight, *Tables of integrals and other mathematical data*, The Mac Millan Company, 1961.

ANALISI MATEMATICA III

(ridotto: 0,5 annualità)

Prof. Giancarlo TEPPATI (1° corso)

Dip. di Matematica

Prof. Giancarlo TEPPATI (2° corso)

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

Annuale

40

10

—

Settimanale

—

—

—

Scopo del corso è quello di familiarizzare lo studente con alcune tecniche matematiche avanzate di uso frequente nell'Ingegneria; in particolare l'analisi complessa e le trasformate di Fourier e di Laplace.

PROGRAMMA

- Funzioni analitiche
 - Derivabilità, condizioni di Cauchy Riemann, integrabilità.
 - Teorema di Cauchy teorema dei residui, calcolo del residuo in singolarità polari, calcolo di integrali con il metodo dei residui, lemma del gran cerchio e di Jordan.
 - Formule integrali di Cauchy
 - Sviluppabilità in serie di Taylor
 - Principi di identità.
 - Comportamento locale: sviluppi di Laurent, classificazione delle singolarità isolate.
 - Punto all'infinito e piano di Gauss.
 - Alcuni tipi di comportamento globale: funzioni intere, teorema di Liouville; funzioni meromorfe.
 - Calcolo dei coefficienti nella decomposizione in fratti semplici.
 - Estensione analitica e poldromia: radice z e $\ln z$.
 - Funzioni analitiche e funzioni armoniche. Teorema della media di Gauss.
 - Trasformazioni analitiche di regioni piane.
- Funzioni trascendenti non elementari
- Concetti introduttivi sulle trasformate integrali.
 - Introduzione alla trasformazione e antitrasformazione di Fourier; proprietà di simmetria.
 - Proprietà delle trasformate di Fourier e di Laplace: linearità, coniugazione complessa, cambio di scala, traslazione temporale, traslazione frequenziale, derivata temporale, convoluzione frequenziale.
 - Trasformate di Fourier di funzioni reali, immaginarie, pari e dispari.
 - Trasformate e antitrasformate fondamentali di Laplace.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Verrà introdotto il calcolo simbolico generalizzato con esempi nello studio di transitori di reti elettriche.

PRECEDENZE

Analisi Matematica II

TESTI CONSIGLIATIG. Teppati, *Complementi di matematica*, volumi 1 e 2, Levrotto & Bella, Torino, 1981, 1982.

CALCOLO NUMERICO

Prof. Paolo MORONI

Dip. di Matematica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	72	24	32
Settimanale (ore)	6	2	4

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

Prerequisiti: Analisi I, Geometria, Fondamenti di Informatica.

PROGRAMMA

1. 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. Criterio dei minimi quadrati. 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.

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.

CHIMICA

Prof. Emma ANGELINI

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

I ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	80	40	—
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: una di chimica generale alla quale vengono dedicate circa 50 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 ed 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 a 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, zolfo, manganese, alogeni, ferro.
- Chimica organica: Cenni su idrocarburi saturi e insaturi. Fenomeni di polimerizzazione. Alcoli, aldeidi, chetoni, acidi organici, eteri, esteri, ammine, nitrili. Benzene e suoi omologhi, fenoli, nitroderivati, ammine aromatiche.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

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 e inorganica*, Levrotto & Bella, Torino, 1978.
 C. Brisi, *Esercizi di Chimica*, Levrotto & Bella, Torino, 1979.
 P. Silvestroni, *Fondamenti di chimica*, Veschi, Roma, 1984.
 M.J. Sienko, R.Q. Plane, *Chimica: principi e proprietà*, Piccin, Padova, 1968.
 J.L. Rosenberg, *Chimica generale*, Collana Schaum: Teoria e applicazioni, ETAS Libri, Milano, 1974.

Profilo di un corso di
DISEGNO ASSISTITO AL CALCOLATORE
 (Area disciplinare I090) e
Costruzione di Macchine
 (Area disciplinare I080)
 Corso integrato caratterizzante il ramo Elettrico

Prof. M. ORLANDO

Dip. di Sistemi di Produzione ed Economia
dell'Azienda

Prof. G. ROCCATI

Dip. di Meccanica

III ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

2° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

56

56

—

Settimanale

4

4

—

PROGRAMMA*a) Elementi di rappresentazione.*

Assonometrie ortogonali e oblique unificate, proiezioni ortogonali, sezioni, elementi di quotatura.

Tolleranze dimensionali e di forma, rugosità.

Rappresentazione di schemi elettrici.

b) Disegno e proporzionamento di massima di organi meccanici.

Collegamento albero-mozzo: chiavette, linguette, scanalati.

Collegamenti filettati. Molle. Cuscinetti: criteri di scelta e di montaggio. Assi ed alberi. Giunti ed innesti. Freni.

Ingranaggi e rotismi. Catene e cinghie. Funi.

c) Elementi di Disegno assistito dal calcolatore.

Trasformazioni primitive nel piano e nello spazio: scala, rotazione, traslazione, riflessione.

Trasformazioni complesse nel piano e nello spazio. Coordinate omogenee. Trasformazioni window-viewport, fattore di display. Linee nascoste di oggetti convessi a facce poligonali piane.

Costruzione di un package interattivo per la creazione di disegni e per l'edizione di output grafici.

Salvataggio di disegni su disco e criteri di ottimizzazione.

d) Esercitazioni.

Schizzi a mano libera di elementi meccanici e complessivi.

Elementi di disegno assistito dal calcolatore: implementazione degli algoritmi trattati e gestione di programmi CAD. Le esercitazioni di Disegno Assistito verranno svolte presso il LAIB (sala personal per i programmi creati dagli studenti, sala VAX per la gestione di programmi CAD commerciali).

ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE AZIENDALE

Prof. Sergio ROSSETTO

Dip. di Sistemi di Produzione e Economia dell'Azienda

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso, dopo aver inquadrato l'Azienda nel contesto economico in cui essa opera, passa ad esaminarla sotto il duplice aspetto della struttura di proprietà e della struttura organizzativa che ne consentono la gestione coordinata e finalizzata.

Sono quindi studiati i principali strumenti di governo dell'Azienda dal Budget al Bilancio, passando attraverso i modelli previsionali e la programmazione ed il controllo della produzione.

PROGRAMMA*Questioni economiche generali.**Mercati (perfetto, monopolistico, di concorrenza monopolistica, oligopolistico).**Moderne teorie dell'impresa (neo-istituzionalista, manageriale, comportamentista).**Proprietà e controllo dell'impresa (società di lucro, gruppi di imprese, imprese pubbliche).**Processo decisionale e sistema informativo.**Organizzazione e strutture organizzative.**Contabilità generale, bilanci preventivo e consuntivo.**Modelli previsionali.**Analisi degli investimenti e gestione dei progetti.**Programmazione e controllo della produzione.***ESERCITAZIONI**

Applicazioni di metodi quantitativi alla soluzione di problemi gestionali.

ELETTROTECNICA

Prof. Pier Paolo CIVALLERI

Dip. di Elettronica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

84

6

Es.

28

2

Lab.

—

—

Il corso ha lo scopo di fornire le basi concettuali della teoria dei circuiti e dei campi elettrici, magnetici e di corrente in regime quasi stazionario nonché le basi concettuali del campo elettromagnetico comunque variabile.

Nozioni propedeutiche: Analisi I, Analisi II, Geometria, Fisica I, Fisica II, Meccanica razionale.

PROGRAMMA

Considerazioni introduttive.

Rappresentazione delle grandezze funzione del tempo.

Tensione elettrica, corrente elettrica, potenza elettrica.

Bipoli ideali.

Bipoli in serie e in parallelo.

Reti di bipoli normali.

Sistemi trifasi.

Bipoli anomali.

Campi vettoriali.

Campo di corrente stazionario.

Campo elettrico stazionario e quasi stazionario.

Campo magnetico stazionario e quasi stazionario.

Azioni meccaniche.

TESTI CONSIGLIATI

P.P. Civalleri, *Elettrotecnica*, Torino, 1981.K. Kupfmüller, *Einführung in die Theoretische Elektrotechnik*, Berlin, 1979.G. Somenzi, *Elementi di Elettrotecnica*, Padova, 1980.G. Fiorio, A.R. Meo, *Elettrotecnica*, Torino, 1981.

ELETTRICITÀ II

Prof. Luigi PIGLIONE

Dip. di Elettrotecnica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	80	40	—
Settimanale (ore)	6	2	—

Il corso si propone di approfondire tematiche svolte nel corso di Elettrotecnica I considerando anche gli aspetti applicativi, che costituiscono la base dei corsi successivi nel campo delle Macchine e degli Impianti elettrici.

Nozioni propedeutiche: Analisi matematica I e II, Fisica I e II, Elettrotecnica I, Complementi di matematica.

PROGRAMMA

Complementi di teoria delle reti: metodi di risoluzione con le equazioni alle maglie e ai nodi. Diagrammi circolari di bipoli e caratteristiche di comportamento in frequenza. Condizioni di fisica realizzabilità dei bipoli passivi.

Doppi bipoli: equazioni e parametri con relative equazioni di trasformazione. Impedenze di ingresso e uscita, funzioni di trasferimento.

Filtri: classificazione e generalità sul loro impiego nei circuiti. Filtri passivi a parametri concentrati. Condizioni di fisica realizzabilità e metodi di progetto di filtri passa-basso, passa-alto, passa-banda.

Linee elettriche: modello di linea elettrica e equazione dei telegrafisti. Linea senza perdite, condizioni di Heaviside. Propagazione delle onde di tensione e di corrente, impedenza caratteristica e di ingresso, sovratensioni. Linee in regime sinusoidale: equazioni, onde dirette, onde riflesse e fattore di riflessione. Regolazione della tensione all'uscita. Parametri di esercizio di una linea trifase.

Campi elettrostatici: richiami sulle grandezze specifiche e sulle loro proprietà. Equazioni di Laplace. Superfici equipotenziali e linee di flusso. Campi risolvibili mediante trattazione analitica. Capacità: richiami e calcolo di capacità di sistemi interessanti le applicazioni.

Campi di corrente: richiami sulle grandezze specifiche e sulle loro proprietà. Alcuni esempi di campi interessanti le applicazioni. Analogie con i campi elettrostatici. Calcolo della conduttanza.

Campi magnetici: richiami sulle grandezze specifiche e sulle loro proprietà. Legge di Biot e Savart; leggi generali sul calcolo di campi magnetici. Alcune applicazioni di interesse pratico. Azioni elettromagnetiche e azioni elettrodinamiche. Metodi generali di calcolo. Alcune applicazioni di interesse pratico. L'effetto pelle sui conduttori e valutazione delle perdite per correnti parassite.

ESERCITAZIONI

Il corso è integrato con esercitazioni di calcolo sugli argomenti svolti.

TESTI CONSIGLIATI

L. Piglione, *Elettrotecnica II*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1983.

Kupfmüller, *Fondamenti di Elettrotecnica*, Utet, Torino, 1973.

FISICA I

Docente da nominare

Dip. di Fisica

I ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

Annuale (ore)

75

25

1/8

Settimanale (ore)

—

—

—

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, dell'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-forse). 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 E LABORATORI

Esercitazioni in aula: Esercizi applicativi sul programma del corso.

Equazioni 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.
- Misurazione di indici di rifrazione col metodo dell'angolo di deviazione minima.

TESTI CONSIGLIATI

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

C. Mencuccini, V. Silvestrini, *Fisica*, volumi 1 e 2 Liguori, Napoli, 1987.

R. Resnick, D. Halliday, *Fisica*, volumi 1 e 2, Ambrosiana, Milano, 1982.

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

- A.C. Melissinos, F. Lobkowicz, *Fisica per scienze e ingegneria*, volumi 1 e 2, Piccin, Padova, 1978.
- D.E. Roller, R. Blum, *Fisica*, volumi 1 e 2, Zanichelli, Bologna, 1984.
- P.A. Tipler, *Fisica*, Zanichelli, Bologna 1980.
- J.P. Hurley, G. Garrod, *Principi di fisica*, Zanichelli, Bologna, 1982.
- S. Rosati, *Fisica generale*, volumi 1 e 2, Ambrosiana, Milano, 1978.
- M. Alonso, E.J. Finn, *Elementi di fisica per l'università*, volumi 1 e 2, Masson, Milano, 1982.
- C. Kittel, W.D. Knight, M.A. Ruderman, *La fisica di Berkeley*, volume 1, Zanichelli, Bologna, 1970.
- R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *La fisica di Feynman*, Addison Wesley, Londra 1969.
- G. Lovera, B. Minetti, A. Pasquarelli, *Appunti di fisica I*, Levrotto & Bella, Torino, 1977.
- B. Minetti, A. Pasquarelli, *Esercizi 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.
- J.R. Taylor, *Introduzione all'analisi degli errori*, Zanichelli, Bologna, 1986.
- R. Resnick, *Introduzione alla realtà ristretta*, CEA, Milano, 1969.
- A. Tartaglia, *Elettromagnetismo e ottica*, Levrotto & Bella, Torino, 1986.

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	—

La prima parte del corso si propone di fornire agli studenti 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 dedicata alla termodinamica classica e statistica, previa introduzione di alcuni principi fondamentali di fisica quantistica.

PROGRAMMA

- Polarizzazione elettrica
 - Dielettrici
- Classificazione dei conduttori elettrici
 - Proprietà di trasporto nei conduttori. Legge di Ohm. Effetti termoelettrici. Leggi di Kirchhoff e cenni ai circuiti RC.
- Magnetismo
 - Principio di Ampere. Circuitazione del campo magnetico. Formule di Laplace.
- Interazione magnetica
 - Forze tra correnti. Moto di particelle in campo magnetico. Forza di Lorentz e moto ciclotronico.
- Descrizione empirica del magnetismo
 - Isteresi magnetica. Elettromagneti. Circuiti magnetici.
- Campi elettrici e magnetici dipendenti dal tempo
 - Legge dell'induzione elettromagnetica. Induttanze e cenni ai circuiti RLC. Equazioni di Maxwell.
- Onde elettromagnetiche nel vuoto e nella materia
 - Riflessione e rifrazione. Concetto di fotone
- Ottica ondulatoria
 - Interferenza. Diffrazione. Potere risolutore di uno strumento ottico. Polarizzazione della luce nei cristalli. Prisma di Nicol e lamina a quarto d'onda.
- Termodinamica
 - Termodinamica classica. Temperatura e calore. I Principio. II Principio e Entropia. Elementi di statistica. Distribuzioni di Boltzmann, Maxwell, Bose Einstein. Corpo nero. Legge di Stefan - Boltzmann.
- Discussione microscopica di dia-, para-, ferro-, antiferro-. e ferri-magnetismo.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

- Esercitazioni in aula: Esercizi applicativi sul programma in corso.
- Esercitazioni di laboratorio: Implicano l'uso di strumenti elettrici, misure di indici di rifrazione col metodo dell'angolo di deviazione minima, determinazione di lunghezze d'onda col reticolo di diffrazione.

PRECEDENZE

Fisica I

TESTI CONSIGLIATI

- M. Alonso, E.J. Finn, *Elementi di fisica per l'università*, volumi 1 e 2, Masson, Milano, 1982.
 D.E. Roller, R. Blum, *Fisica*, Parti I e II, Zanichelli, Bologna, 1984.
 G. Boato, *Termodinamica*, Ambrosiana, Milano, 1987.
 M.W. Zemansky, M.M. Abbot, H.C. Van Ness, *Calore e termodinamica per ingegneri*, Zanichelli, Bologna, 1979.

FISICA TECNICA

Prof. Michele CALI'

Dip. di Energetica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

60

4

Es.

40

4

Lab.

10

—

Scopo del corso è fornire le basi progettuali per il calcolo degli impianti di illuminazione - fornire qualche nozione di acustica -, dare le basi di termodinamica, moto dei fluidi e trasmissione del calore indispensabili per la progettazione delle macchine termiche e degli impianti termoelettrici.

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

Nozioni propedeutiche: Ottica, Calorimetria e termodinamica della Fisica I.

PROGRAMMA

illuminazione. Sorgenti di luce naturali ed artificiali. Calcolo dell'illuminamento per sorgenti puntiformi, lineari, di superficie e di volume. Calorimetria ed abbagliamento. Acustica architettonica. Definizioni. Criteri di valutazione del livello acustico di un rumore, del disturbo e del danno all'apparato uditivo. Intelligibilità. Assorbimento acustico. Proprietà acustiche degli ambienti chiusi. Isolamento acustico di locali, macchine e condotti di ventilazione. Misure acustiche. Termodinamica. Generalità. Gas ideali: leggi fondamentali, trasformazioni, cicli, gas reali. Vapori: trasformazioni, diagrammi e cicli termodinamici per impianti termoelettrici e frigoriferi. Miscele di aria e di vapore: cenni di impianti di condizionamento dell'aria. Trasmissione del calore. Conduzione, convezione, irraggiamento e miscela. Trasmissione del calore attraverso pareti piane, cilindriche ed alettate. Scambiatori di calore. Spunti di seconda approssimazione per la convezione del calore. Moto dei fluidi. Equazione generale del moto. Resistenze di attrito. Efflusso degli aeriformi. Misure di portata. Iniettori ed eiettori. Riscaldamento ad acqua calda. Camini, ventilazione. Generatori di vapore. Descrizione dei principali tipi realizzati. Resistenza organica. Moto dei fluidi. Equazione generale del moto. Resistenze d'attrito. Efflusso. Misure di portata. Camini. Generatori di vapore. Descrizione dei principali tipi.

ESERCITAZIONI

Di calcolo. Illuminazione di una strada, campo sportivo o interno. Progetto acustico di una sala. Ciclo turbina a gas. Impianto termoelettrico a vapore e componenti degli stessi.

LABORATORI

Misure di illuminamento, acustiche, psicrometriche, di conduttanza termica di portata.

TESTI CONSIGLIATI

Brunelli, Codegone, *Corso di Fisica tecnica*.

FONDAMENTI DI INFORMATICA (GES + ELT)

Prof. Adriano VALENZANO

Dip. di Automatica e Informatica

I ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

2° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

—

—

—

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

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 elaborati.

PROGRAMMA

- I fondamenti:
 - sistemi di numerazione; algebra booleana; funzioni logiche; codifica dell'informazione.
- 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.
- Il Software:
 - classificazioni (software di base, software applicativo, software di produttività individuale); fasi dello sviluppo di un programma; i principi della programmazione strutturata; algoritmi e strutture dati; linguaggi di programmazione (classificazioni, il linguaggio *Pascal*, cenni di *Fortran*).
- Software di produttività individuale:
 - caratteristiche generali; classificazioni; fogli elettronici; data base.
- Il Sistema Operativo:
 - classificazioni (multi-task, multi-user, real time, ecc.); caratteristiche principali del Sistema Operativo MS-DOS.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Sono previste esercitazioni di programmazione in *Pascal* e *Fortran* in aula e su Personal Computer.

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. Macii, *Fondamenti di Informatica: Temi d'esame ed esercizi svolti*, Levrotto & Bella, Torino, 1990.

GEOMETRIA

Prof. Nives CATELLANI

I ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	80	40	—
	Settimanale (ore)	6	4	—

Il corso si propone di fornire alcuni strumenti algebrici e geometrici di base, in vista di applicazioni alla Fisica e all'Ingegneria.

Prerequisiti: Algebra, Geometria, Trigonometria della scuola media superiore; Analisi I.

PROGRAMMA

Sistemi di coordinate nel piano e nello spazio.

Vettori ordinari.

Numeri complessi.

Spazi vettoriali e sottospazi.

Applicazioni lineari e matrici.

Sistemi lineari e determinanti.

Autovalori e Autovettori.

Spazi vettoriali reali con prodotto scalare e forme quadrate.

Geometria analitica dello spazio.

Coniche e quadriche.

Elementi di geometria differenziale delle curve.

ESERCITAZIONI

Sono intese ad illustrare gli argomenti del corso, mediante esempi ed esercizi.

PRECEDENZE

Analisi I

TESTI CONSIGLIATI

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

Grego, Valabrega, *Esercizi Risolti*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

Chiarli, *L'esame di Geometria*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE

Prof. Guido BELFORTE

Dip. di Meccanica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

68

6

Es.

52

4

Lab.

—

—

Scopo del corso è di esaminare le leggi fondamentali che regolano il funzionamento delle macchine, di effettuare l'analisi funzionale dei componenti meccanici e l'analisi dinamica dei sistemi meccanici.

Il corso si svolgerà con lezioni ed esercitazioni collegate.

Nozioni propedeutiche: nozioni di meccanica di base, date nel corso di Meccanica razionale.

PROGRAMMA

Leggi di aderenza e di attrito. Attrito radente e volvente. Meccanismi vite e madrevite. Freni a ceppi piani, a tamburo, a disco. Frizioni piane e coniche. Flessibili: cinghieri, funi, catene. Trasmissione con flessibili. Paranchi. Giunti di trasmissione: cardani e giunti omocineticici. Sistemi con camme e punterie. Trasmissione del moto con ruote dentate tra assi paralleli, incidenti e sghembi; coppia vite senza fine-ruota elicoidale. Forze scambiate tra gli ingranaggi. Rotismi ordinari ed epicicloidali. Riduttori di velocità, differenziali, cambi di velocità. Azioni di contatto e cuscinetti a rotolamento. Proprietà dei lubrificanti. Teoria elementare della lubrificazione. Pattini e perni lubrificanti. Equilibri dinamici. Applicazione del teorema della quantità di moto, del momento della quantità di moto, e dell'energia. Sollecitazioni dinamiche su elementi rotanti ed equilibramento dei rotori. Studio dei fenomeni transitori nelle macchine. Accoppiamento di macchine motrici ed operatrici. Funzionamento in regime periodico. Calcolo dei volani. Vibrazioni di sistema a parametri concentrati ad uno e a più gradi di libertà. Uso delle trasformate nello studio dei sistemi vibranti. Misura delle vibrazioni. Trasmissibilità. Velocità critiche. Applicazioni delle trasformate di Laplace allo studio di sistemi meccanici. Componenti e sistemi di automazione pneumatici ed oleodinamici. Tecniche di controllo digitali.

ESERCITAZIONI

Consistono nello svolgimento di esercizi e problemi riguardanti gli argomenti delle lezioni.

TESTI CONSIGLIATI

Belforte, *Meccanica applicata alle macchine*, Ed. Giorgio, Torino, 1989.

Jacazio, Piombo, *Meccanica applicata alle macchine*, Levrotto & Bella, Torino, 1991.

Ghigliazza, *Guida alla progettazione funzionale delle macchine*, Tolozzi Editore.

Jacazio, Piombo, *Esercizi di Meccanica applicata alle macchine*, Levrotto & Bella, Torino, 1983.

MECCANICA ANALITICA

(1/2 un. didattica)

Prof. Franco PIAZZESE

Dip. di Matematica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. ELETTRICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

40

6

Es.

20

4

Lab.

—

—

Il corso approfondisce alcuni argomenti della fisica classica di rilevante interesse culturale ed applicativo, impiegando strumenti e metodi caratteristici della meccanica analitica (quali le equazioni di Lagrange ed il principio variazionale di Hamilton).

PROGRAMMA

Richiami di meccanica del punto e dei sistemi di punti. Vincoli. Principio di D'Alambert ed equazioni di Lagrange. Potenziali dipendenti dalla velocità e funzione di dissipazione di Rayleigh. Principio di Hamilton. Deduzione delle equazioni di Lagrange dal principio di Hamilton. Estensione del principio di Hamilton a sistemi non conservativi e non olonomi. Teoremi di conservazione e proprietà di simmetria.

Coordinate indipendenti di un corpo rigido. Angoli di Eulero. Teorema di Eulero sul moto di un corpo rigido. Teorema di Chasles. Momento delle quantità di moto ed energia cinetica nel moto intorno a un punto. In tensore di inerzia. Trasformazione agli assi principali. Equazioni del moto di Eulero. Applicazioni (moto di un corpo rigido non soggetto a forze; moto di una trottola pesante con un punto fisso).

Piccole oscillazioni. Linearizzazione delle equazioni del moto. Problema agli autovalori e trasformazione agli assi principali. Frequenze di risonanza e coordinate normali. Vibrazioni forzate. Effetto delle forze dissipative.

L'approccio probabilistico (probabilità; variabili aleatorie; processi stocastici).

ESERCITAZIONI

Il corso è corredato di esercitazioni in cui vengono proposti esercizi ed applicazioni relativi agli argomenti svolti a lezione.

TESTI CONSIGLIATI

H. Goldstein, *Classical Mechanics* (2^a edizione), Addison-Wesley.

H. Goldstein, *Meccanica Classica*, Zanichelli.

C. Cercignani, *Spazio, Tempo, Movimento*, Zanichelli.

SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI ELETTRICI

Prof. C. GIANOGLIO

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso si prefigge i seguenti scopi: richiamare i concetti fondamentali della fisica e della chimica dei solidi; correlare la struttura con i comportamenti magnetico, elettrico e meccanico dei materiali d'interesse elettrotecnico; classificare i suddetti materiali in funzione delle loro caratteristiche d'impiego in settori specifici; fornire nozioni di base sulle tecnologie di produzione di elementi, leghe e composti da utilizzare nelle varie realizzazioni; prevedere il loro comportamento in esercizio; giustificare le eventuali interazioni con l'ambiente circostante.

Sono propedeutiche al corso le nozioni di Analisi matematica, Fisica, Chimica ed Elettrotecnica.

PROGRAMMA

Richiami alla struttura dell'atomo e dei solidi, ai principali modelli atomici, alle forme ed energie degli orbitali atomici e molecolari, ai legami chimici e alle strutture cristalline. Elettroni liberi e vincolati. Difetti reticolari puntiformi di linea. Soluzioni solide ordinate e disordinate, di tipo intrusivo e sostituzionale. Principali esempi di diagrammi di fase binari.

Proprietà termiche e meccaniche dei materiali.

Variazioni lineari e volumetriche indotte dalla temperatura. Relazione tra proprietà termiche e struttura. Resistenze alla trazione, alla compressione, alla fatica e allo scorrimento viscoso. Durezza e resilienza.

Proprietà elettriche dei materiali.

Confronto tra le distribuzioni degli elettroni nelle bande di energia per materiali conduttori, semiconduttori ed isolanti. Livello di Fermi. Conduzione elettrica nei metalli. Influenza della composizione e delle imperfezioni reticolari sulla conducibilità elettrica di una lega. Conduzione elettrica nei cristalli ionici. Variazione della conducibilità elettrica in funzione della temperatura. Superconduttività elettrica. Principio di funzionamento dei criotroni. Modello di trasporto delle cariche elettriche nei semiconduttori intrinseci ed in quelli estrinseci. Applicazione dell'effetto Hall per il riconoscimento dei portatori di carica maggioritari. Principi di funzionamento dei dispositivi a semiconduzione elettrica. Temperatura di saturazione. Metodi di purificazione dei semiconduttori e di ottenimento del monocristallo. Principali tecniche di drogaggio dei semiconduttori. Effetti termoelettrici e loro applicazioni. Effetto termoelettronico. Rigidità dielettrica. Fenomeni di scarica nei dielettrici gassosi, liquidi e solidi. Meccanismi di polarizzazione elettrica. Influenza della frequenza, della temperatura e della composizione sulla costante dielettrica. Comportamento ferroelettrico delle perovskiti. Trasduttori ceramici di tipo piezoelettrico.

Proprietà magnetiche dei materiali.

Relazione tra i comportamenti diamagnetico, paramagnetico e ferromagnetico dei materiali e la loro struttura elettronica. Domini magnetici, cili d'isteresi magnetica e perdite di energia ad essi associate. Anisotropia magnetica e magnetostrizione. Variazione della permeabilità magnetica con la temperatura. Classificazione dei materiali magnetici.

Tecnologie di produzione dei materiali.

Cenni sulla metallurgia del ferro. Principali tipi di ghise ed acciai. Trattamenti termici e di indurimento superficiale degli acciai. Produzione e sinterizzazione del ferro iperpuro per magneti dolci. Metodi di ottenimento dei lamierini di lega ferro-silicio a grano orientato. Leghe ferro-nichel per magneti dolci. Leghe per magneti permanenti: acciai martensitici e leghe alnico. Magnetite a particelle fini per nastri e pellicole. Caratteristiche di produzione delle ferriti cubiche ed esagonali. Principi di metallurgia e di raffinazione del rame per scopi elettrotecnici. Leghe tradizionali e speciali di rame, a basso e ad alto contenuto di elementi leganti, bonificabili e non. Materiali per resistori di precisione e per elementi riscaldanti di forni industriali. Leghe per termocoppie. Principi di metallurgia e di raffinazione dell'alluminio per scopi elettrotecnici. Leghe di alluminio tradizionali e per conduttori ad alta tensione. Conduttori misti alluminio-acciaio. Altri elementi d'interesse elettrotecnico: Ni, W, Mo, Ta, Ag, Si, C. Materiali per generatori e accumulatori di corrente a elettrolita acido o alcalino. Leghe per contatti elettrici e per componenti di tubi a vuoto. Composti elettroluminescenti per tubi catodici. Dielettrici solidi, liquidi e gassosi.

TESTI CONSIGLIATI

Appunti distribuiti nelle lezioni, con riferimenti bibliografici specifici.

IN360 SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

Prof. Franco ALGOSTINO

Dip. di Ingegneria Strutturale

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. CHIMICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

52

4

Es.

52

4

Lab.

—

—

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