



UNIVERSITÀ DI PISA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE (DICI)

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA GESTIONALE

Specifica dell'insegnamento di

FISICA GENERALE II

## 1. Docenza

Docente: prof. Umberto Penco

Dipartimento di Fisica

Tel.: 050 2214 855

Fax: 050 2214 333

e-mail: [penco@df.unipi.it](mailto:penco@df.unipi.it)

Web: <http://www.df.unipi.it/~penco/Ing/Mecc/M.html>

## 2. Finalità ed obiettivi dell'insegnamento

Le finalità del corso sono :

Fornire la necessaria base culturale per la comprensione dei fenomeni elettromagnetici di origine naturale e di quelli connessi con lo sviluppo tecnologico (campi e.m., circuiti, apparecchiature). Supportare questa conoscenza con le necessarie strutture matematiche che mettono in relazione le grandezze in gioco (impostazione e soluzione di semplici problemi applicativi), e accompagnarla dalle fondamentali nozioni linguistiche per una corretta comprensione, enunciazione e comunicazione.

Obiettivi formativi:

L'insegnamento ha lo scopo di descrivere i fenomeni e le leggi dell'elettromagnetismo classico nel vuoto: elettrostatica, correnti elettriche, magnetostatica, induzione elettromagnetica, con l'obiettivo di una piena comprensione delle equazioni di Maxwell in forma integrale.

Con lo scopo di richiamare i concetti fondamentali in situazioni concrete viene affrontata la teoria dei circuiti elettrici mirando a risolvere semplici reti e di fornire nozioni basilari sulle principali grandezze elettriche.

## 3. Pre-requisiti in ingresso e competenze minime in uscita

Pre requisiti (in ingresso)	Insegnamenti fornitori
<i>Conoscenze elementari di algebra, geometria, trigonometria. Risoluzione di equazioni e sistemi di equazioni. Conoscenze di analisi: studi di funzione, derivazione e integrazione di funzioni; significato di sviluppo in serie di Taylor. Risoluzione di equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti.</i>	<i>Algebra lineare e Analisi Matematica I</i>

<i>Conoscenze di base di fisica: grandezze fisiche scalari e vettoriali con relative operazioni, unità di misura. Cinematica e dinamica del punto materiale. Conoscenza di concetti ed equazioni fondamentali di quantità di moto, impulso, lavoro, energia e potenza. Cinematica e dinamica del corpo rigido; momenti d'inerzia. Equazioni cardinali.</i>	<i>Fisica generale I</i>
--	--------------------------

Competenze minime (in uscita)	Insegnamenti fruitori
<i>Conoscenze di base di elettromagnetismo: concetto di carica e di corrente, concetto di campo (elettrostatico, magnetostatico, elettromagnetico) e relative proprietà (equazioni di Maxwell), modelli di interazioni tra cariche e correnti.</i>	
<i>Capacità di risolvere semplici problemi di elettrostatica, concetto di potenziale e.s., conservazione dell'energia.</i>	
<i>Capacità di analisi elementare di circuiti in corrente continua; conoscenza di elementi circuitali: generatori (ideali e reali) di tensione e di corrente, resistori, condensatori. Analisi di fasi transitorie.</i>	
<i>Comprensione dei fenomeni di induzione elettromagnetica, autoinduzione e mutua induzione, Analisi di semplici sistemi elettromeccanici e di circuiti con induttori. Unità di misura di grandezze elettromagnetiche.</i>	

#### 4. Metodologia didattica

La metodologia didattica impiegata consiste in lezioni ed esercitazioni in aula.

Gli argomenti in programma sono trattati con lezioni riguardanti gli aspetti generali, sia teorici sia pratici, intervallate da esercitazioni in cui sono svolti esempi applicativi.

#### 5. Programma, articolazione e carico didattico

<i>Esempi di Argomento</i>	Lezioni A	Esercit B	Lab. C
<i>Principi fondamentali. Panoramica sulle forze e interazioni fondamentali - Composizione della materia e particelle elementari, carica elementare - Carica come dimensione fisica - Unità di carica nel SI - Principio di conservazione della carica - Principio di sovrapposizione - Concetto di campo scalare e vettoriale; definizione matematica di campo.</i>	2	1	
<i>Elettrostatica delle cariche puntiformi. Forza di Coulomb - Costante e.s. - Campo elettrico - Analisi del campo di una o più cariche - Descrizione in termini di linee di campo - Simmetrie della distribuzione di cariche e delle linee di campo. - Campo di due</i>	6	2	

<p><i>cariche opposte: andamento particolare delle linee di campo al finito. - La forza elettrica come interazione locale tra carica e campo - Campo elettrico conservativo: circuitazione nulla su ogni percorso chiuso. - Definizione di differenza di potenziale - Potenziale e.s. - Unità di misura di campo es. e potenziale es. - Scelta dello zero del potenziale - Energia potenziale e.s. - Conservazione dell'energia totale - Conservazione dell'energia totale e bilanci energetici - Campo e.s. come opposto del gradiente del potenziale e.s. - Energia di configurazione di un sistema di cariche puntiformi - Andamento del potenziale e del campo e.s. a grande distanza da una distribuzione limitata. Concetti di carica puntiforme e di dipolo elettrico. - Applicazioni</i></p>			
<p><b><i>Elettrostatica delle distribuzioni continue di carica.</i></b>  <i>Distribuzioni continue di carica (volum., superf., lineare) - Calcoli per integrazione: carica totale, campo e potenziale e.s., energia di configurazione. - Definizione di flusso di un campo vettoriale - Defin. di angolo solido finito e infinitesimo - Teorema di Gauss - Uso del t. Gauss per determinare carica e densità media (noto il campo) - Determinazione del campo e.s. solo in presenza di sufficiente simmetria. - Applicazioni del teorema di Gauss con distribuzioni a simmetria sferica, cilindrica, piana. - Teorema di Coulomb</i></p>	4	1	
<p><b><i>Conduttori e capacità.</i></b>  <i>Materiali isolanti e conduttori, cariche libere di conduzione - Proprietà dei conduttori in equilibrio: campo interno nullo, volume equipotenziale, cariche in eccesso distribuite in superficie - Induzione elettrostatica. Analisi di sistemi con elevata simmetria sferica, cilindrica, conduttori piani paralleli (effetti di bordo) - Energia di configurazione di conduttori carichi - Induzione elettrostatica su due sferette collegate: condizioni su carica e potenziale. - Distribuzione di carica tra due sferette conduttrici: condizioni, non conservazione dell'energia, densità di carica, effetto delle punte - Carica indotta su guscio sferico senza simmetria - Proporzionalità carica-potenziale in conduttore isolato: def. di Capacità, unità - Coeff. di potenziale e di capacità per più conduttori - Induzione completa tra due conduttori - Def. di condensatore, capacità ed energia di configurazione di un condensatore carico -</i></p>	6	3	

<p><i>Calcolo di capacità nei casi simmetrici: condensatore sferico, cilindrico, piano - Energia del campo e.s. - Densità di energia e.s. - Scarica di un condensatore su un altro (ricerca minimo energia) - Condensatori in parallelo e in serie: Equivalenti - Forza e momento su un dipolo - Cenno alle cariche di polarizzazione - Cost. diel. relativa - Condensatori con dielettrico.</i></p>			
<p><i>Corrente elettrica e circuiti. Definizioni di intensità e densità di corrente elettrica, unità di misura - Equazione di continuità della carica - Modello classico di Drude della conduzione ohmica - Leggi di Ohm, conducibilità, resistività, conduttanza e resistenza - Potenza scambiata ed Effetto Joule - Dipendenza della resistività dalla temperatura. Coeff. termico della resistività. Sistema di equazioni per la scarica di un condensatore su di un altro - Verifica del bilancio energetico - Correnti stazionarie. Def. di Forza e.m. - Generatori di fem (ideali e reali), generatori di corrente (ideali e reali), equivalenza tra generatori reali, curve caratteristiche - Equazioni costitutive di resistori e condensatori - Reti (circuiti) lineari, def. di nodo, ramo, maglia. Equazioni di Kirchhoff. - Equivalenti serie/parallelo. Risoluzione di un circuito con il metodo delle correnti di ramo - Partitore di tensione e di corrente. Circuiti RC in condizioni iniziali e a regime; equazioni per la soluzione completa nella fase transitoria.</i></p>	6	2	
<p><i>Campo magnetostatico. Introduzione al campo magnetico: campo magn. terrestre, bussola, esperim di Oested - Bussola delle tangenti - Linee di campo e Forza di Lorentz (interazione tra cariche in moto) - Moto di part. cariche in campo uniforme (circolare / elicoidale) - Unità del c. magnetico. Applicazioni della Forza di Lorentz - Effetto Hall classico - Forza di Laplace sui fili percorsi da corrente - Momento meccanico risultante - Definizione di momento (di dipolo) magnetico di un circuito. Considerazioni di simmetria per riflessione del campo magnetico: vettori e pseudovettori. Legge di Laplace per il calcolo del campo magnetico. Campo magnetico di una spira circolare sull'asse; andamento asintotico (campo di dipolo magnetico) - Teorema di Gauss per il campo magnetico.</i></p>	9	4	

<p><i>Campo in prossimità di un filo: campo di un filo rettilineo indefinito - Campo di un circuito poligonale qualunque - Campo di due fili paralleli con correnti equiverse o opposte - Teorema di Ampère, corrente concatenata. Concetto di corrente concatenata.</i></p> <p><i>Densità di corrente superficiale, unità di misura - Uso del t. di Ampère - Campo di due spire, Bobine di Helmholtz - Corrente azimutale su sup.cilindrica, campo sull'asse e in ogni punto - Campo del solenoide indefinito. Effetti di bordi in un solenoide finito.</i></p>			
<p><b>Induzione elettromagnetica.</b></p> <p><i>Campi dipendenti dal tempo: argomento di Maxwell e corrente di spostamento - Esperimenti di Faraday tra magnete e spira in moto relativo - Fem indotta dovuta alla forza di Lorentz - Calcolo con la derivata del Flusso di B cambiata di segno (legge di Lenz) - Campo elettrico indotto.</i></p> <p><i>Equazioni complete di Maxwell dell'elettromagnetismo con campi dipendenti dal tempo - Fenomeno di auto e mutua induzione: f.e.m. indotte - Coefficiente di autoinduzione.</i></p> <p><i>Energia magnetica nell'induttanza - Densità di energia del campo magnetico. Problemi elettromeccanici.</i></p> <p><i>Campo elettromagnetico - Cenno alle Onde e.m. e trasporto di energia.</i></p>	3	2	
<p><b>Circuiti elettrici.</b></p> <p><i>Circuito RL - Circuito LRC con/senza generatore - Discussione dell'equazione differenziale del 2° ordine, soluzioni esponenziali o oscillazioni smorzate - Alternatore; generatori di fem sinusoidale - Circuiti LRC.</i></p> <p><i>Cenno al circuito LRC serie in alternata - Impedenza del circuito (restenza e reattanza) - Sfasamento tra tensione e corrente - Casi particolari con R, L, C, RL, RC - Potenza media e istantanea - Grandezze efficaci e fattore di potenza. Filtri passivi - Condizione di risonanza</i></p>	6	3	
<b>Totale</b>	42	18	-

## 6. Materiale didattico

Testo base utilizzabile per il corso è un testo di Fisica generale a livello universitario quale per esempio:

- D.Halliday, R.Resnick, K.Krane: "Fisica 2", Ambrosiana - MI
- P.Mazzoldi, M.Nigro, C.Voci (2 vol.), [con esercizi di Mazzoldi, Saggion, Voci] EDISES -- NA
- C.Mencuccini, V.Silvestrini: "Fisica II", Liguori ed.
- S.Rosati: "Fisica Generale II", [con esercizi di Rosati, Casali e Rosati, Lovitch] Ambrosiana -- MI

- R.Serway: "Fisica per Scienze e Ingegneria", (2° vol.), EDISES - NA
- R.Serway: "Principi di Fisica", (vol.unico), EDISES - NA
- P. A.Tipler, G. Mosca: Corso di Fisica, vol 2: Eletticità Magnetismo Ottica, Zanichelli - BO
- Raccolta di temi di esame, disponibili al Centro Stampa di Ingegneria e/o in rete nelle pagine web del docente: <http://www.df.unipi.it/~penco/Ing/Mecc/M.html>

## **7. Modalità di verifica del profitto e conduzione dell'esame**

L'esame consta di due prove, una prova scritta ed una orale, basate sulla soluzione di problemi applicativi relativi agli argomenti del corso. Per garantire alle prove la necessaria organizzazione logistica (aule, materiali, assistenza) è richiesta una iscrizione entro sette giorni dalla prova (v. pagine web del docente).

Sono previste tre prove "in itinere" il cui superamento consente l'ammissione diretta alla prova orale.

Il voto finale tiene conto della preparazione mostrata dal candidato, sia in base allo studio effettuato sia in base alla comprensione della materia. E' considerata anche la capacità di esprimersi in un linguaggio tecnico appropriato.