



# UNIVERSITÀ DI PISA

## FISICA GENERALE II

---

### GIOVANNI BATIGNANI

Academic year	2021/22
Course	INGEGNERIA ELETTRONICA
Code	056BB
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
FISICA GENERALE II	FIS/01	LEZIONI	60	GIOVANNI BATIGNANI FABRIZIO CEI

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

Le basi dell'elettromagnetismo classico:

- Campi elettrostatici e magnetostatici
- Materiali elettrici e magnetici
- Correnti elettriche
- Induzione elettromagnetica
- Equazioni di Maxwell
- Onde elettromagnetiche
- Energia del campo elettromagnetico

##### *Modalità di verifica delle conoscenze*

- Enunciare e spiegare gli argomenti trattati nelle lezioni ed esercitazioni
- Saper rispondere alle domande contenute nella "checklist" reperibile nella pagina web del corso
- Risolvere in modo autonomo problemi basati sulle conoscenze introdotte nel corso

##### *Capacità*

- Capacità di risolvere problemi impostando analisi sia qualitative che quantitative
- Capacità di spiegare gli argomenti oggetto del corso, illustrandoli con esempi ed applicazioni.

##### *Modalità di verifica delle capacità*

Nello svolgimento del corso le capacità sono verificate dal docente tramite domande, discussioni e verifica delle risoluzioni degli esercizi svolti nelle esercitazioni: tali verifiche non sono oggetto di valutazione del singolo studente e non hanno impatto sul voto finale, assegnato solo in base alle prove finali.

##### *Comportamenti*

E' richiesta una partecipazione il più possibile attiva degli studenti durante le lezioni ed in particolare di :

- ripassare i prerequisiti del corso prima di partecipare alle lezioni o esercitazioni
- effettuare durante le esercitazioni una serie di esercizi i cui passi sono indicati dal docente in modo dettagliato
- essere disponibili per le verifiche di cui al punto successivo

##### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Interazione del docente con la classe, tramite domande, discussioni e verifica delle risoluzioni degli esercizi svolti durante le esercitazioni. Tali verifiche non sono oggetto di valutazione e non hanno impatto sul giudizio finale del singolo studente.

#### Prerequisiti (conoscenze iniziali)



## UNIVERSITÀ DI PISA

Contenuto dei corsi di ANALISI MATEMATICA (in particolare concetti e teoremi inerenti gradiente, divergenza e rotore, soluzione di equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti del I e II ordine) e di FISICA GENERALE I (meccanica classica, elettrostatica e magnetostatica nel vuoto in forma integrale, correnti continue): forma integrale della legge di Gauss e della circuitazione del campo elettrostatico; campo elettrico all'interno ed all'esterno di un conduttore, cariche elettriche e forze agenti sulla superficie di un conduttore; cavità conduttrici e lo schermo elettrostatico; capacità e condensatori; correnti elettriche; leggi di Ohm e legge di Joule; transienti nei circuiti capacitivi; le leggi fondamentali del campo magnetostatico in forma integrale (legge di Ampere).

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

- CAMPO ELETTROSTATICO Ricapitolazione dei prerequisiti. Forma locale della legge di Gauss e della circuitazione del campo elettrostatico. Equazione di Poisson per il potenziale elettrico. Il problema generale dell'elettrostatica. Soluzione dell'equazione di Poisson in simmetria piana, cilindrica, sferica, oppure tramite il metodo del rilassamento. Dipolo elettrico.
- I DIELETTRICI Generalità sui materiali dielettrici, meccanismi di polarizzazione. Cariche di polarizzazione. Il vettore polarizzazione  $P$ , relazione fra  $P$  ed  $E$ , divergenza di  $P$ . Cariche di polarizzazione nell'interno ed alla superficie dei corpi dielettrici. Il vettore  $D$ , il teorema di Gauss per il vettore  $D$ . Relazioni fra  $D$  ed  $E$ , la costante dielettrica, condizioni al contorno per  $E$  e per  $D$ . Energia del campo elettrostatico in presenza di dielettrici.
- CORRENTI CONTINUE Ricapitolazione dei prerequisiti. Equazione di continuità.
- IL CAMPO MAGNETICO Ricapitolazione dei prerequisiti. Le leggi fondamentali del campo magnetico in forma locale.
- IL MAGNETISMO NELLA MATERIA Il campo  $B$  macroscopico in presenza di corpi magnetizzabili, meccanismi di magnetizzazione. Correnti di magnetizzazione, vettore magnetizzazione  $M$ . Circuitazione di  $M$ , correnti di magnetizzazione nell'interno ed alla superficie dei corpi. Il vettore  $H$ , circuitazione di  $H$ . Relazioni fra  $M$  e  $H$ , fra  $B$  e  $H$ . Permeabilità magnetica, condizioni al contorno per  $B$  e per  $H$ .
- FERROMAGNETISMO Magnetizzazione spontanea. La curva primaria di magnetizzazione: relazione fra  $M$  e  $H$  e fra  $B$  e  $H$ . Dipendenza da  $H$  della permeabilità dei corpi ferromagnetici. Isteresi, induzione residua e magnetizzazione residua.
- L'INDUZIONE ELETTROMAGNETICA Legge di Faraday-Lenz. Origine della induzione e.m. Conservazione del flusso nei superconduttori. Autoinduzione e induzione mutua. Circuiti LR ed LC: considerazioni energetiche, densità di energia magnetica.
- LE EQUAZIONI DI MAXWELL Corrente di spostamento. Equazioni di Maxwell e loro proprietà. Equazioni di collegamento fra  $E$  e  $D$  e fra  $B$  ed  $H$ .
- ONDE E.M. Equazione delle onde, onde e.m. Onda e.m. piana, onda monocromatica, Velocità di propagazione, polarizzazione, frequenza, lunghezza d'onda. Riflessione normale e ad angolo su una parete conduttrice. Onde stazionarie.
- L'ENERGIA DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO Lavoro sulle cariche, energia e densità di energia del campo, vettore di Poynting. Flusso del vettore di Poynting e dissipazione Joule nei conduttori. Flusso di energia nelle onde e.m., quantità di moto del campo e.m..

### Bibliografia e materiale didattico

Nella pagina web del corso sono disponibili gli appunti delle lezioni. Per descrizioni più dettagliate si possono consultare:

- MENCUCCINI-SILVESTRINI "Elettromagnetismo-Ottica", ed Zanichelli
- G.CANTATORE - L.VITALE, *Gettys Fisica 2* (4a ed., McGraw-Hill, 2011)
- E. IRODOV, *Le basi dell'elettromagnetismo*, ETS, Pisa (ISBN 88-467--0481-9)

### Indicazioni per non frequentanti

Si consiglia di :

- studiare gli appunti delle lezioni sul sito web;
- rispondere alle domande contenute nella "checklist" reperibile nella pagina web del corso;
- risolvere le prove scritte assegnate in precedenza reperibili nella pagina web del corso.

### Modalità d'esame

Prova scritta e prova orale.

La prova scritta inizia con una serie di domande ed in un successivo problema strutturato in più domande di diverso livello di difficoltà. Si viene ammessi alla prova orale con il voto minimo 18/30.

Nella prova orale si potrà chiedere di:

- rispondere a domande contenute nella "checklist" reperibile nella pagina web del corso;
- enunciare e spiegare argomenti trattati nelle lezioni ed esercitazioni;
- discutere la prova scritta effettuata;
- risolvere problemi basati sugli argomenti oggetto del corso

Alcune informazioni da ricordare sono:

- E' obbligatorio iscriversi, via web, alle prove di esame scritte ed orali.
- La prova orale deve essere effettuata nello stesso appello della prova scritta oppure in uno dei due appelli immediatamente



## **UNIVERSITÀ DI PISA**

---

successivi. La partecipazione ad una prova scritta è esplicita rinuncia della prova scritta precedente; ma non vi è limite al numero di prove scritte che possono essere sostenute. In caso di fallimento della prova orale la prova scritta deve essere ripetuta.

- Gli studenti con OFA (debiti formativi) hanno restrizioni sulla possibilità di sostenere gli esami.
- Durante gli scritti non è consentito consultare libri, quaderni o altro materiale.

Pagina web del corso

<https://elearn.ing.unipi.it/course/view.php?id=2494>

Altri riferimenti web

nella pagina web del corso (vedi sopra)

*Ultimo aggiornamento 19/07/2021 12:44*