

**Programma di FISICA II**  
**per il Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale**  
**A.A. 2012 - 2013**  
**1° canale (A - K): prof. Massimo Germano**

I numeri di paragrafo (§x.y) o pagina sotto riportati si riferiscono al testo “FISICA” di D. Sette, A. Alippi e M. Bertolotti, Ed. Zanichelli, Bologna, 2002. Approfondimenti ed esercizi possono essere riferiti al libro “FISICA prima e dopo” di A. Alippi, A. Bettucci e M. Germano, ed. Esculapio, Bologna 2012. Lo studente può utilizzare qualsiasi altro testo purché svolga tutti gli argomenti in programma, con approfondimento almeno pari a quello delle trattazioni presentate durante le lezioni. Dispense aggiuntive riguardanti alcuni argomenti non trattati nel libro compresi quelli riguardanti le esperienze di laboratorio sono disponibili nel sito del dipartimento SBAI

PARAGRAFI (§16.1--16.26; 16.30--16.31; 17.1--17.9; 17.15; 18.1—18.11; 18.14—18.16; 18.21; 18.24; 19.1—19.3; 19.4(generatori); 19.5-19.7; 20.1—20.2b; 20.3; 20.5; 20.7; 21.1—21.7; 22.1—22.3; 24.1—24.4; 24.7—24.14 + *dispense argomenti aggiuntivi + appunti di probabilità, misure e ottica.*

**1. Elettrostatica.**

Introduzione; esperienze elementari; legge di Coulomb; quantizzazione e conservazione della carica; energia elettrostatica di un sistema di cariche puntiformi. Campo elettrico  $\mathbf{E}$  (inclusi campo generato da un anello uniforme e da uno strato piano); linee di forza; flusso di un vettore; legge di Gauss e sue applicazioni; I equazione di Maxwell nel vuoto. Potenziale elettrostatico  $V$  e differenza di potenziale. Espressione analitica della natura conservativa del campo elettrico e II equazione di Maxwell per i casi stazionari. Teorema della divergenza e della circuitazione. Il potenziale elettrostatico di distribuzioni di cariche puntiformi e continue. Calcolo del campo elettrico e del potenziale per sbarretta, anello disco.

Il dipolo elettrico; azioni meccaniche su un dipolo elettrico. Spiegazione qualitativa dell'induzione elettrostatica; cenni sul pozzo di Faraday. Capacità e condensatori. Energia immagazzinata in un condensatore piano. Energia potenziale di un sistema di cariche e densità di energia del campo elettrostatico. Densità di carica sulla superficie dei conduttori.

**2. Il campo elettrostatico nei dielettrici.**

Trattazione macroscopica classica: carica di polarizzazione; vettore intensità di polarizzazione  $\mathbf{P}$  e spostamento dielettrico; costante dielettrica relativa. Vettore spostamento elettrico  $\mathbf{D}$ , suscettività dielettrica I equazione di Maxwell. Capacità di un condensatore contenente dielettrico. Paragone fra campi e potenziali nel vuoto e in un mezzo materiale dielettrico. Campo elettrico alla superficie di separazione fra due dielettrici. Forze fra cariche ed energia di un sistema di cariche in un dielettrico. Modelli di polarizzazione per deformazione e orientamento. Rigidità dielettrica. Elettrometro assoluto di Kelvin, generatore di Van der Graaf

**3. Correnti elettriche stazionarie.**

Densità  $\mathbf{J}$  e intensità della corrente  $I$  di conduzione; velocità di scorrimento; equazione di continuità. Circuito elettrico. Legge di Ohm (macroscopica e microscopica); resistenza, conduttanza, resistività, conducibilità. Cenni alla struttura dei circuiti. Potenza elettrica dissipata: effetto Joule. Forza elettromotrice. Circuiti in serie; forze contro elettromotrici; legge di Ohm generalizzata. Le regole di Kirchhoff. Misurazione di differenze di potenziale, resistenze e potenze. teoremi sui circuiti. Le equazioni circuitali per condizioni quasi stazionarie; carica e scarica di un condensatore.

**4. Il campo magnetico (nel vuoto) di correnti stazionarie.**

Azioni magnetiche. Il vettore induzione magnetica  $\mathbf{B}$  ; la forza di Lorentz; Forza magnetica su una corrente; seconda formula di Laplace. Sollecitazione su un circuito percorso da corrente; coppia su una spira; momento magnetico di una spira.

Campo magnetico creato da correnti; prima formula di Laplace; il campo creato da un filo rettilineo molto lungo (legge di Biot e Savart); il campo al centro di una spira circolare. Campo magnetico in un solenoide. Azioni fra correnti e definizione dell'ampere. Proprietà fondamentali del vettore induzione magnetica nel vuoto: III equazione di Maxwell; teorema della circuitazione (legge di ampere); applicazione al calcolo dell'induzione magnetica; IV equazione di Maxwell per i casi stazionari.

## **5. Cenni sul campo magnetico nella materia.**

Il vettore campo magnetico  $\mathbf{H}$  nella materia. Permeabilità magnetica. Campo magnetico alla superficie di separazione di due mezzi. Classificazione dei materiali in base alle proprietà magnetiche; modelli di magnetizzazione per diamagnetismo, paramagnetismo e ferromagnetismo, precessione di Larmor, funzione di Langevin. Il ciclo d'isteresi per i materiali ferromagnetici.

## **6. L'induzione elettromagnetica.**

Legge di Faraday-Neumann-Lenz; interpretazione microscopica: induzione di movimento; induzione dovuta a campo magnetico variabile; espressione differenziale della legge di Faraday-Neumann-Lenz per i mezzi stazionari: II equazione di Maxwell. Esempi: alternatore misura di  $B$  correnti parassite. Forza elettromotrice indotta in condizioni quasi stazionarie; coefficienti di mutua induzione e di autoinduzione; induttanza. Circuito RL. Energia di un induttore e densità di energia nel campo magnetico.

## **7. Correnti Alternate.**

Rappresentazione complessa. Circuiti in serie RL, RC, RLC, oscillazioni libere e forzate, risonanza, impedenza, potenza.

## **8. Le equazioni di Maxwell e le onde elettromagnetiche.**

Corrente di spostamento e IV equazione di Maxwell. Le equazioni di Maxwell. Propagazione di una perturbazione elettromagnetica in un mezzo dielettrico omogeneo, privo di cariche e di correnti: equazione delle onde; velocità di propagazione; velocità della luce nel vuoto. Onde piane in un mezzo omogeneo. Energia e intensità delle onde elettromagnetiche; vettore di Poynting. Lo spettro delle onde elettromagnetiche. Propagazione delle onde elettromagnetiche. Riflessione e rifrazione di onde piane; legge di Snellius-Cartesio, riflessione totale.

## **9. Interferenza e diffrazione**

Introduzione, Il principio di Huygens-Fresnel, esperienza di Young, cenni sulla diffrazione di Fresnel e di Fraunhofer.

## **10. Nozioni di teoria della misura**

Introduzione, errori sistematici e casuali, incertezze (di tipo A e B). Media aritmetica, deviazione standard sperimentale, deviazione standard sperimentale della media. Propagazione di incertezze, confronto fra misure, metodo dei minimi quadrati, media pesata. (materiale didattico: dispense).

## **11. Esperienze in laboratorio**

- 1) Misure in corrente continua.
- 2) Misure su un circuito RC.
- 3) Ottica geometrica.

E-mail: [massimo.germano@uniroma1.it](mailto:massimo.germano@uniroma1.it)

Sito delle dispense di "didattica": <http://www.sbai.uniroma1.it/didattica/dettaglicorso/2/97/2012/T>