



UNIVERSITÀ DI PISA

FISICA 2

ANDREA VERLICCHI

Academic year	2022/23
Course	SCIENZE MARITTIME E NAVALI
Code	293BB
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
FISICA	FIS/01	LEZIONI	65	ANDREA VERLICCHI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Strumenti di base per la comprensione delle leggi di Maxwell dell'elettromagnetismo, e loro applicazione a casi pratici semplici, quali conduttori, circuiti, magnetismo della materia.

Modalità di verifica delle conoscenze

Esercitazione scritta durante il corso su argomenti concordati.

Capacità

Risolvere problemi di elettrostatica, calcolare andamento di circuiti di tipo RC, LC. Valutare effetti legati alla legge di Faraday e relativi ad auto e mutua induzione.

Modalità di verifica delle capacità

Esecitazione scritta.

Comportamenti

Migliore comprensione del mondo fisico.

Modalità di verifica dei comportamenti

Esercitazione scritta.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Preparazione di scuola media superiore con elementi base di analisi matematica: studio di funzione, derivata e integrale di funzioni elementari.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

ELETTROSTATICA:

Legge di Coulomb - Campo elettrico di una carica puntiforme $E = (kq/r^2)$ Principio di sovrapposizione: $E = \sum E_k$. Campo elettrico di una distribuzione continua di carica: filo rettilineo; disco e passaggio al limite al piano indefinito.

Circuitazione del campo elettrostatico e definizione di differenza di potenziale: $V_a - V_b =$ Potenziale di una carica puntiforme $V = kq/r$. Il campo come gradiente del potenziale in una dimensione: $E = -dV/dx$.

1a equazione di Maxwell: Teorema di Gauss: $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = q_{int}/\epsilon_0$

Elettrostatica dei conduttori. Capacità del conduttore isolato $C = Q/V$. Capacità di un condensatore: sferico, cilindrico e piano. Condensatori in serie ed in parallelo. Dielettrici e costante dielettrica. Energia elettrostatica di un sistema di cariche. Energia di un conduttore carico, energia del condensatore carico. Densità di energia elettrostatica $u_e = \epsilon_0 E^2/2$.

CORRENTE ELETTRICA:

Intensità di corrente: $i = dq/dt$ e vettore densità di corrente $\mathbf{J}$. Conducibilità, resistività e resistenza elettrica. Legge di Ohm: $\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}$ e sua forma per i circuiti: $\mathcal{V} = Ri$. Legge di Davy: $R = \rho l/A$. Potenza $P = Vi$ erogata da un generatore di corrente e legge di Joule $W = \int Ri^2 dt$. Conservazione della carica e teorema di continuità. Carica e scarica del condensatore: circuito RC e sua costante tempo $\tau = RC$. Principi di Kirchhoff per le maglie $\sum \mathcal{V}_k = 0$ e per i nodi $\sum i_k = 0$. Resistenze in serie ed in parallelo.

CAMPO MAGNETICO:

Campo magnetico generato da una corrente. Legge di Biot-Savart. Teorema di Ampère.

2a equazione di Maxwell: Teorema di Gauss per il campo magnetico.



UNIVERSITÀ DI PISA

Forza di Ampère: $\mathbf{F} = \int \mathbf{id} \mathbf{s} \times \mathbf{B}$. Definizione di ampere (unità di misura di corrente). Forza di Lorentz agente su una particella carica in moto: $\mathbf{F} = q \mathbf{v} \times \mathbf{B}$. Moto di particelle cariche in campo elettrico e magnetico. Ciclotrone e suoi limiti. Unità di misura: il tesla, il gauss e l'ev. Sbarretta conduttrice in moto in campo magnetico.

INDUZIONE ELETTROMAGNETICA:

Legge di Faraday-Neumann-Lenz: $\epsilon = -d\Phi(B)/dt$. Forza elettromotrice indotta.

3a equazione di Maxwell:

Autoinduzione: auto-flusso Φ_a e coefficiente di autoinduzione $L = \Phi_a / i$. Circuito RL e sua costante tempo $\tau = L/R$: grafico. Circuito LC :

sfasamento tra carica e corrente. Energia magnetica nell'induttore. Densità di energia magnetica $u_{\text{mag}} = B^2/2\mu_0$.

Mutua induzione e coefficiente di mutua induzione $M = \Phi_2/i_1 = \Phi_1/i_2$. Calcolo di M per due solenoidi con accoppiamento magnetico perfetto.

Espressione $M = \mu_0 \int \mathbf{j}_1 \cdot d\mathbf{l}_2$, dove $0 \leq k \leq 1$.

Rocchetto di Rumkhorff: principio del trasformatore. Principio di funzionamento del motore elettrico.

Effetto pellicolare (effetto Kelvin).

4a equazione di Maxwell:

Corrente di spostamento: esempio con la carica di un condensatore.

EQUAZIONI DI MAXWELL E LORO SOLUZIONE: onde elettromagnetiche

Le quattro equazioni di Maxwell e loro forma nel vuoto: esistenza di un'equazione d'onda.

Soluzione delle onde piane del tipo $F(x \pm ct)$. Caratteristiche generali delle onde piane: lunghezza d'onda λ , numero d'onda k , frequenza ω e

frequenza angolare ω . Velocità di fase per mezzi non dispersivi: $V = \omega/k$. Spettro elettromagnetico. Energia trasportata da un'onda e.m. e

definizione del vettore di Poynting. Applicazione del vettore di Poynting per un semplice circuito con batteria e resistenza e per un solenoide

rettilineo con corrente variabile nel tempo $i(t)$. Antenna quadrata e antenna U.

Bibliografia e materiale didattico

SERWAY - JEVETT : FISICA per SCIENZE ed INGEGNERIA vol.secondo

Dispense del docente: Lezioni di Fisica (Masini-Verlicchi)

Capitolo 1°: tutto ad esclusione del §1.3.

Capitolo 2°: tutto ad esclusione dei §2.9 e §2.10.

Capitolo 3°: Tutto, del §3.10 solo pag. 185-186.

Capitolo 4°: Tutto ad esclusione dei §4.3, §4.4, §4.5

Capitolo 5°: §5.1, §5.2, §5.3, §5.4.

Modalità d'esame

Esame orale

Ultimo aggiornamento 19/05/2023 10:32