

Campo elettrico

Forza di Coulomb $\vec{F}_{ab} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_a q_b}{r^2} \hat{r}$

Campo elettrico $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$

Differenza di potenziale $V_b - V_a = - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$ $\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}} V = -\vec{\nabla} V$ $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r}$

Campo di una distribuzione continua di carica

Distribuzione lineare

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\lambda}{r^2} \hat{r} dl$$

Distribuzione superficiale

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \iint_S \frac{\sigma}{r^2} \hat{r} dS$$

Distribuzione volumetrica

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \iiint_V \frac{\rho}{r^2} \hat{r} dV$$

Dipolo elettrico momento di dipolo $\vec{p} = q\vec{a}$

Energia del dipolo in un campo esterno: $U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$

Momento meccanico agente: $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$

Legge di Gauss

$$\oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \iiint_V \rho dv = \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$$

Energia elettrostatica

$$U = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \sum \frac{q_i}{r_i}$$

Conservatività del campo elettrostatico

Forma integrale: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$

Forma differenziale: $\vec{\nabla} \times \vec{E} = 0$

Campi elettrici importanti

Campo elettrico di una distribuzione lineare (infinita) di carica

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R}$$

Campo elettrico di una distribuzione superficiale (infinita) di carica

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

Campo elettrico di una superficie sferica carica

- All'interno

$$E = 0$$

- All'esterno

$$E_r = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

Campo elettrico di una sfera carica

- All'interno

$$E_r = \frac{Qr}{4\pi\epsilon_0 r_0^3}$$

- All'esterno

$$E_r = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

campo in vicinanza di un conduttore (Teorema di Coulomb): $\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \hat{n}$

Circuiti

Capacità $C = \frac{Q}{V} = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ Condensatori in serie $\frac{1}{C_{eq}} = \sum \frac{1}{C_i}$ Condensatori in parallelo $C_{eq} = \sum C_i$

Energia elettrostatica immagazzinata in un condensatore $U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV$

Densità di energia elettrostatica di un campo elettrico $u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$

Dielettrici

Costante dielettrica relativa $\kappa = \frac{V_0}{V}$ Carica di polarizzazione $|\sigma_p| = \frac{\kappa - 1}{\kappa} |\sigma_l|$

Resistenza

Resistenza $R = \frac{V}{I}$ Resistenze in serie $R_{eq} = \sum R_i$

Resistenza e resistività $R = \frac{\rho l}{S}$ Resistenze in parallelo $\frac{1}{R_{eq}} = \sum \frac{1}{R_i}$

Corrente

Densità di corrente : $\vec{j} = nq \vec{v} = \rho \vec{v}$

Equazione di continuità : $\nabla \cdot \vec{j} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$

Intensità di corrente : $i = \frac{dq}{dt} = \int_{\Sigma} \vec{j} \cdot d\vec{S}$

Legge di Ohm (forma locale) : $\vec{j} = \sigma \vec{E}$

Leggi di Kirchhoff

Legge dei nodi $\sum I_{entranti} = \sum I_{uscanti}$ Legge delle maglie $\sum V = 0$

Potenza dissipata in una resistenza $P_R = I^2 R = \frac{V^2}{R}$

Campo magnetico

Forza di Lorentz $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$ Forza agente su un conduttore $\vec{F} = \int I d\vec{l} \times \vec{B}$ Legge di Biot-Savart $d\vec{B} = \frac{\mu_0 I d\vec{l} \times \hat{r}}{4\pi r^2}$

Campi magnetici importanti $n = \frac{N}{L}$

Campo magnetico di un lungo filo rettilineo $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ Campo magnetico di una spira $\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{\vec{m}}{(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}}$

Campo magnetico di un solenoide $B = \mu_0 n I$ Campo magnetico di un solenoide toroidale $B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r}$

Legge di Ampere

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{r} = \mu_0 I_{conc}$$

Legge di Gauss per il campo magnetico

$$\oiint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

Momento di dipolo magnetico di una spira	$\vec{m} = I\vec{S}$
Momento agente su una spira	$\vec{\tau} = I\vec{S} \times \vec{B} = \vec{m} \times \vec{B}$
Energia potenziale del dipolo magnetico	$U = -\vec{m} \cdot \vec{B}$
Moto della cariche in presenza di \vec{E} e di \vec{B}	$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$
Raggio della traiettoria circolare	$r = \frac{mv}{qB}$

Induzione elettromagnetica

Legge di Faraday $\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi_B}{dt}$

Autoinduzione

Induttanza $\Phi_B = Li$

Induttanza e fem autoindotta $\mathcal{E}_L = -L\frac{di}{dt}$

Induttanze importanti

Induttanza di un lungo solenoide $L = \mu_0 n^2 Sl$

Induttanza di un solenoide toroidale $L = \frac{\mu_0 N^2 b}{2\pi} \ln \frac{c+a}{c}$

Mutua induzione

$$\mathcal{E}_{12} = -M\frac{di_2}{dt} \quad \mathcal{E}_{21} = -M\frac{di_1}{dt}$$

Trasformatori

Rapporto tra potenziali e numero di spire $\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$

Rapporto tra correnti e numeri di spire $\frac{i_s}{i_p} = \frac{N_p}{N_s}$

Rapporto tra correnti e potenziali $\frac{i_s}{i_p} = \frac{V_p}{V_s}$

Circuiti in corrente alternata

Impedenze complesse :

resistenza : $Z = R$
 capacità : $Z = \frac{1}{i\omega C}$
 induttanza : $Z = i\omega L$

$$V_{eff} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$i_{eff} = \frac{i_m}{\sqrt{2}}$$

Potenza dissipata nella resistenza

$$P = \frac{V_{eff}^2}{Z^2} R = I_{eff}^2 R = V_{eff} I_{eff} \cos \phi_z$$

Costanti di uso frequente

Costante dielettrica del vuoto : $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$
Permeabilit  magnetica del vuoto : $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$
Carica dell'elettrone : $e = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Massa dell'elettrone : $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Massa del protone : $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Velocit  delle onde e.m. nel vuoto : $c = 3.00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Equazioni di Maxwell

In forma integrale	In forma differenziale (o locale)	Legge fisica
$\oiint_{\text{Sup. chiusa}} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \iiint_{\text{Vol. interno}} \rho dV$	$\text{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$	Legge di Gauss per \vec{E}
$\oiint_{\text{Sup. chiusa}} \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$	$\text{div} \vec{B} = 0$	Legge di Gauss per \vec{B}
$\oint_{\text{Bordo di S}} \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d}{dt} \iint_{\text{Sup. S}} \vec{B} \cdot d\vec{S}$	$\text{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$	Legge di Faraday
$\oint_{\text{Bordo di S}} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \left[\iint_{\text{Sup. S}} \vec{j} \cdot d\vec{S} + \epsilon_0 \frac{d}{dt} \iint_{\text{Sup. S}} \vec{E} \cdot d\vec{S} \right]$	$\text{rot} \vec{B} = \mu_0 \left[\vec{j} + \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right]$	Legge di Amp�re modificata