

Induzione elettromagnetica, auto e mutua induzione

Esercizio 1

Una sbarra conduttrice di resistenza trascurabile, massa M e lunghezza D cade scorrendo su due binari conduttori paralleli posti in un piano verticale e connessi all'estremo superiore da un filo di resistenza R , in una zona di spazio dove è presente un campo magnetico \mathbf{B} ortogonale al piano del circuito. Si trovi l'equazione del moto della sbarra, dimostrando che dopo un tempo sufficientemente lungo essa cadrà con velocità costante e se ne ricavi il valore. Si ricavi poi l'equazione del moto nel caso in cui la resistenza sia sostituita da un condensatore di capacità C . *(Si trascurino gli attriti e la resistenza dell'aria).*

$$\left[\ddot{x} + \frac{B^2 D^2}{RM} \dot{x} = g, \quad \ddot{x} = \frac{Mg}{M + B^2 D^2 C} \right]$$

Esercizio 2

Calcolare il coefficiente di autoinduzione di un solenoide di raggio R , lunghezza ℓ , numero di spire N (trascurare gli effetti di bordo).

$$\left[L = \mu_0 \frac{N^2}{\ell} \pi R^2 \right]$$

Esercizio 3

Calcolare il coefficiente di autoinduzione di un filo spesso di lunghezza h e raggio R , supponendo che la corrente sia distribuita uniformemente nella sezione del filo.

$$\left[L = \frac{\mu_0 h}{8\pi} \right]$$

Esercizio 4

Calcolare l'induttanza esterna L di un cavo coassiale di lunghezza h costituito da un conduttore interno di raggio R_1 e un conduttore cavo esterno di raggio R_2 . Si trascurino gli effetti di bordo.

$$\left[L = \frac{\mu_0 h}{2\pi} \log \left(\frac{R_2}{R_1} \right) \right]$$

Esercizio 5

Una spira circolare di raggio a , resistenza R e coefficiente di autoinduzione L è immersa in un campo magnetico ortogonale al piano della spira. L'andamento del campo magnetico è il seguente:

$$\mathbf{B}(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ kt\mathbf{u}_z, & t \geq 0 \end{cases}$$

Calcolare l'andamento della corrente indotta sulla spira nel caso in cui l'autoinduzione sia trascurabile e nel caso in cui non lo sia.

$$\left[i = \frac{\pi a^2 k}{R}, \quad i = \frac{\pi a^2 k}{R} (1 - e^{-t/\tau}), \quad \tau = L/R \right]$$

Esercizio 6

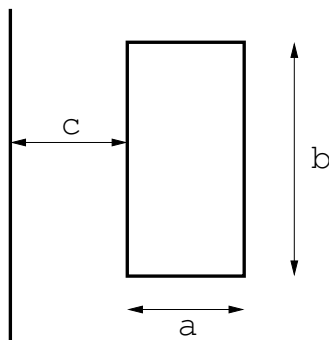
Una sbarra conduttrice di resistenza trascurabile, massa M e lunghezza D cade scorrendo lungo una guida verticale a forma di U in cui è inserito un induttore (valore induttanza L) in una zona di spazio dove è presente un campo magnetico \mathbf{B} ortogonale al piano del circuito. Si trovi l'equazione del moto della sbarra.

$$\left[\ddot{x} + \frac{B^2 D^2}{LM} x = g \right]$$

Esercizio 7

Determinare il coefficiente di mutua induzione tra un filo rettilineo infinito e una spira rettangolare (vedi figura). Successivamente viene fatta scorrere una corrente i_1 verso l'alto nel filo rettilineo e una corrente i_2 in senso orario sulla spira. Calcolare la risultante della forza agente sulla spira.

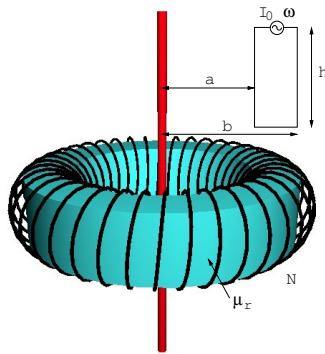
$$\left[M = \frac{\mu_0 b}{2\pi} \log\left(\frac{c+a}{c}\right), \quad \mathbf{F} = -\frac{\mu_0 b i_1 i_2}{2\pi} \left(\frac{a}{c(c+a)}\right) \mathbf{u}_x \right]$$



Esercizio 8

Un solenoide toroidale a sezione rettangolare formato da N avvolgimenti è alimentato con una corrente sinusoidale $I(t) = I_0 \sin(\omega t)$. Al centro del solenoide è presente un filo sottile indefinito (vedi figura). Calcolare l'andamento della forza elettromotrice indotta dal solenoide sul filo indefinito.

$$\left[\mathcal{E} = -\frac{\mu_0 \mu_r N h}{2\pi} \log\left(\frac{b}{a}\right) I_0 \omega \cos(\omega t) \right]$$



Esercizio 9

Un nucleo magnetico a forma di anello di sezione circolare di area A avente raggio medio a ($a \gg \sqrt{A}$) è costituito da un materiale con permeabilità magnetica relativa μ_r . Su di esso è strettamente avvolto con N giri un filo conduttore di resistività η e di sezione S ($S \ll A$) le cui estremità sono saldate insieme. Una spira in cui un opportuno generatore fa circolare una corrente sinusoidale di ampiezza I_0 e pulsazione ω concatena il nucleo magnetico come in figura. Si determini la **potenza media** dissipata sul filo avvolto intorno al nucleo magnetico.

$$\left[M = \frac{\mu_0 \mu_r N a^2}{2R}, \quad R = \frac{\eta N 2\sqrt{\pi A}}{S}, \quad P = \frac{M^2 I_0^2}{2R} \right]$$

