

Elettromagnetismo, ottica ondulatoria ed elementi di fisica moderna

Si risolvano i seguenti quesiti, motivando sempre in maniera esauriente la risposta e specificando, ove necessario, le unità di misura delle quantità coinvolte

1. Un generatore di differenza di potenziale $\Delta V = 25$ mV è connesso agli estremi di un conduttore di alluminio a forma di cilindro cavo, di lunghezza $l = 75$ cm e raggi di base interno ed esterno $a = 0.6$ mm e $b = 0.7$ mm, rispettivamente (si veda la figura 1). Sapendo che la resistività dell'alluminio è $\rho = 2.7 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$, determinare
 - a) La resistenza R del conduttore di alluminio.
 - b) L'intensità della corrente I che fluisce nel conduttore.
 - c) Il modulo, la direzione ed il verso della densità di corrente che fluisce nel conduttore.
 - d) Il modulo, la direzione ed il verso del campo elettrico che attraversa il conduttore.
 - e) La potenza elettrica dissipata nel conduttore.

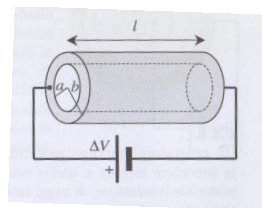


Figura 1: Conduttore di alluminio a forma di cilindro cavo.

2. Un conduttore metallico è attraversato dalla corrente I ed è immerso in un campo magnetico uniforme di modulo B , ortogonale alla sua superficie ed entrante, come mostrato in figura 2. Il conduttore ha inoltre uno spessore t e il suo lato corto misura L . I portatori di carica sono, come mostrato nella figura 2, esclusivamente gli elettroni, in moto con la velocità di deriva \mathbf{v}_d . Quando si connette un voltmetro alle estremità del lato corto del conduttore, si misura una tensione ΔV_H , detta "di Hall".
 - a) Determinare, in modulo, direzione e verso, la forza che agisce su ciascun portatore di carica dovuta alla presenza del campo magnetico.
 - b) Determinare, in modulo, direzione e verso, il campo elettrico che si genera spontaneamente al fine di compensare la forza di cui al punto a).
 - c) Determinare la relazione tra la tensione misurata ΔV_H e le quantità v_d , B ed L .
 - d) A partire dal risultato precedente, determinare la relazione tra ΔV_H e la corrente I , sapendo che la densità per unità di volume dei portatori di carica è n .
 - e) Spiegare brevemente come si può usare l'effetto Hall per determinare il modulo del campo magnetico in cui è immerso il conduttore.

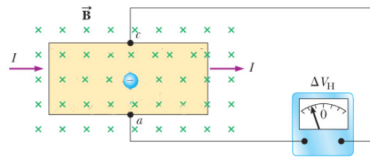


Figura 2: Conduttore di metallo percorso dalla corrente I ed immerso in un campo magnetico \mathbf{B} .

3. La figura 3 mostra un circuito dotato di una resistenza R e connesso ad una batteria in grado di fornire la forza elettromotrice \mathcal{E} . Si osserva che, a seguito della connessione del circuito con la batteria, la corrente non raggiunge istantaneamente il suo valore massimo I_{max} , ma solo dopo un certo tempo finito.
 - a) Determinare il valore I_{max} della massima corrente che può scorrere nel circuito.
 - b) Spiegare qualitativamente perchè la corrente non raggiunge istantaneamente il suo valore massimo.
 - c) A partire dalla spiegazione fornita al punto precedente, definire il coefficiente di autoinduzione L del circuito, specificandone l'unità di misura.
 - d) Si consideri quindi un solenoide indefinito, di lunghezza complessiva l e dotato di N spire. Ciascuna spira racchiude un'area S . Sapendo che, quando percorso dalla corrente I , nel solenoide si genera un campo magnetico di intensità $B = \mu_0 NI/l$, dove μ_0 è la permeabilità magnetica del vuoto, determinare l'espressione del coefficiente di autoinduzione del solenoide.
4. Si consideri il modello di Bohr per l'atomo di idrogeno. L'energia dell'elettrone nel livello fondamentale è $E = -13.6$ eV.
 - a) Determinare la relazione generale tra l'energia E ed il raggio r dell'orbita circolare per un elettrone nell'atomo di idrogeno.
 - b) A partire dal risultato precedente, determinare il raggio a_0 dell'orbita dell'elettrone nel livello fondamentale.
 - c) Determinare la velocità tangenziale v_0 dell'elettrone nel livello fondamentale.
 - d) Determinare la lunghezza di De Broglie λ_D dell'elettrone nel livello fondamentale.
 - e) Si confronti λ_D con a_0 . Che cosa suggerisce questo confronto rispetto all'applicabilità del modello di Bohr all'atomo di idrogeno?

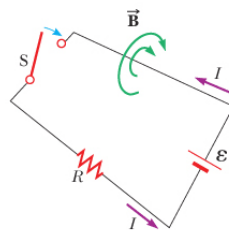


Figura 3: Illustrazione del fenomeno dell'autoinduzione per un circuito a cui è applicata la forza elettromotrice \mathcal{E} .