università di ferrara

Fisica Generale 2

Esame scritto del 26/5/2014

Corso di Laurea Ingegneria Elettronica e Informatica

Esercizio 1: Un cilindro di materiale dielettrico ($\varepsilon_r = 5.5$) ha un raggio R = 10 cm e ruota attorno al proprio asse con una velocità angolare $\omega = 10^3$ rad/s. Come effetto della rotazione, le nubi elettroniche risultano deformate e si viene a creare un capo di polarizzazione all'interno del dielettrico. La massa dell'elettrone è $9.1\text{x}10^{-31}$ kg e la carica è $-1.6\text{x}10^{-19}$ C.

i. Calcolare l'ampiezza del campo $\vec{E}$ in funzione della distanza *r* dall'asse del cilindro. (SUGGERIMENTO: Comparare la forza centrifuga con la forza di Coulomb che agisce su ciascun elettrone)

ii. Calcolare il campo di polarizzazione P in funzione della distanza *r* dall'asse del cilindro.

iii. Calcolare l'ampiezza e il segno della densità superficiale di carica di polarizzazione σ_p sulla superficie laterale esterna (r = 10 cm).

iv. Calcolare il segno e l'ampiezza della densità volumetrica di carica di polarizzazione ρ_p in funzione della distanza *r* dall'asse del cilindro.

   (SUGGERIMENTO: L'operatore divergenza in coordinate polari è $\frac{1}{\rho}\frac{\partial(\rho A_\rho)}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial A_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$)

v. Dimostrare che la carica totale di polarizzazione è nulla.

Nome: Cognome: Matricola:

Esercizio 2: Una spira quadrata di lato L = 5 cm, ruota attorno all'asse z con una velocità angolare ω = 300 rad/s immerso all'interno di un campo magnetico $\vec{B}$, avente un modulo di 0.5 T e diretto lungo l'asse y. All'istante $t_0 = 0$, il flusso del campo magnetico attraverso la spira è nullo. La resistenza della spira è di 0.5 Ω.

i. Calcolare la corrente indotta nella spira in funzione del tempo ed esprimere il suo valore dopo 10 ms dal tempo t_0.
ii. Calcolare la forza che agisce sui quattro rami della spira.
iii. Calcolare il momento della forza $\overrightarrow{M_z}$ necessario a mantenere in rotazione la spira (in funzione del tempo).
iv. Calcolare la potenza necessaria per mantenere in rotazione la spira (in funzione del tempo).
v. Calcolare il lavoro speso per mantenere in rotazione la spira per un giro complete.

Nome: Cognome: Matricola:

Esercizio 3: Un conduttore cilindrico (raggio r_1 = 2 cm) ha una costante di permeabilità magnetica relativa μ_r = 500 (costante su un ampio range di valori del campo H). Una corrente di 2 A scorre all'interno di questo conduttore, in direzione parallela all'asse del conduttore. Il conduttore è circondato da un foglio di metallo avente spessore di 3 mm che funge da schermo cilindrico di raggio interno r_2 = 10 cm. Questo schermo ha una costante di permeabilità magnetica relativa μ_r = 1000 e all'interno della sua sezione scorre una corrente in verso opposto alla precedente. La densità superficiale di corrente nello schermo è di 0.15 A/cm^2 e può essere considerate costante su tutta la sezione del conduttore.

i. Disegnare il grafico dei campi $\vec{B}$, $\vec{H}$, e $\vec{M}$ in funzione della distanza dall'asse del cilindro (ognuno con le opportune unità di misura) e calcolare il valore del campo $\vec{B}$ nel punto P, che giace ad una distanza di 15 cm dall'asse di simmetria del conduttore.

ii. Calcolare la corrente superficiale di magnetizzazione del conduttore interno e dello schermo esterno, considerando che la lunghezza del conduttore è di 25 cm. Trascurare gli effetti di bordo.

iii. Calcolare la densità di corrente di magnetizzazione volumetrica j_m all'interno del conduttore centrale, in funzione della distanza dall'asse del cilindro.

iv. Se il conduttore interno fosse fatto di rame (permeabilità magnetica prossima a 1), che corrente dovrebbe scorrere nel conduttore per avere lo stesso valore del campo $\vec{B}$ nel punto P.

Nome: Cognome: Matricola:

Fisica Generale 2

Esame scritto del 26/5/2014

Corso di Laurea Ingegneria Elettronica e Informatica

Teoria: La corrente di spostamento (cos'è, come si modella, come si modificano le equazioni di maxwell, in che casi si può trascurare).

Nome: Cognome: Matricola: