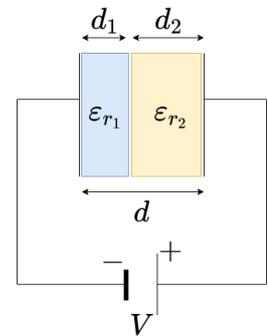


Esame scritto del Corso di Elettromagnetismo del 24 giugno 2021
Prof. G. Colò, F. Ragusa - a.a. 2020-2021

Attenzione: indicare nome, cognome e matricola su tutte le pagine. Numerare le pagine. Lo svolgimento dell'elaborato deve essere commentato e le leggi ed eventuali principi di simmetria utilizzati devono essere chiaramente enunciati. L'elaborato deve essere svolto ordinatamente e con una grafia comprensibile. Non seguire queste indicazioni può comportare un giudizio negativo, al limite insufficiente, dell'elaborato.

Esercizio 1. Un condensatore piano di armature di superficie $S = 5 \text{ cm}^2$, separate da una distanza $d = 6 \text{ mm}$, è completamente riempito da due parallelepipedi di dielettrico, con superfici parallele alla superficie delle armature. Essi hanno rispettivamente costanti dielettriche relative $\epsilon_{r1} = 5$ ed $\epsilon_{r2} = 1.5$, e spessori $d_1 = 4 \text{ mm}$ e $d_2 = 2 \text{ mm}$ ($d = d_1 + d_2$), come in figura. Il condensatore è collegato ad una batteria che eroga una differenza di potenziale costante $V = 100 \text{ V}$. Determinare:

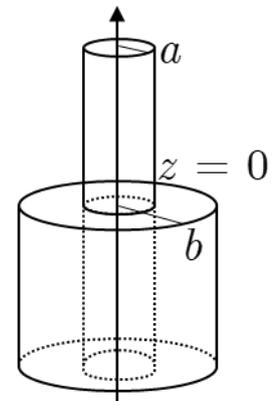
- i campi \mathbf{D} , \mathbf{E} e \mathbf{P} in tutti i punti dei due dielettrici (modulo, direzione e verso);
- le densità di carica di polarizzazione e le cariche di polarizzazione associate;
- l'energia elettrostatica immagazzinata nel condensatore.



Esercizio 2. Un filo conduttore di rame (considerabile magneticamente trasparente, $\mu = \mu_0$) ha la forma di un cilindro indefinitamente esteso, di raggio $a = 5 \text{ mm}$. Esso è percorso da una corrente stazionaria $I = 10 \text{ A}$ uniformemente distribuita all'interno del filo. Attorno al cilindro vi è una guaina di materiale ferromagnetico dolce (lineare) con permeabilità magnetica $\mu_r = 1000$. La guaina ha raggio interno $a = 5 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 30 \text{ mm}$, ma si estende solo per metà lunghezza, nel semispazio $z < 0$.

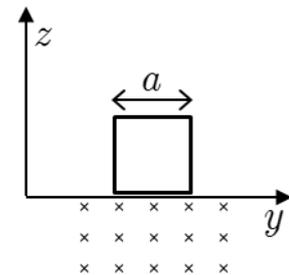
- Determinare l'espressione dei campi \mathbf{H} , \mathbf{B} , \mathbf{M} in tutto lo spazio.
- Determinare l'espressione delle densità di corrente di magnetizzazione.
- Determinare espressione e valore delle correnti totali di magnetizzazione, nel volume e su tutte le superfici di interesse. Commentare il risultato.
- Discutere le condizioni di discontinuità per i campi sulle interfacce.

Per le grandezze richieste nel punto c) calcolare il valore numerico.



Esercizio 3. Si consideri una spira quadrata di lato a , costruita con un conduttore ideale (resistenza nulla) e di autoinduttanza L . La spira ha una massa m ed è soggetta alla forza di gravità. La spira è portata al confine di una regione in cui è presente un campo di induzione magnetica uniforme e diretto lungo l'asse x (perpendicolare al piano $y-z$ e non rappresentato nel disegno), con verso entrante nel piano del disegno. La spira è quindi lasciata cadere al tempo $t = 0$.

- Descrivere qualitativamente il moto della spira con particolare attenzione a cosa succede quando la spira comincia a penetrare nella regione in cui è presente il campo \mathbf{B} . Determinare l'espressione della forza elettromotrice. Scrivere infine l'equazione per la determinazione della corrente che circola nella spira per effetto della forza elettromotrice indotta.
- Determinare l'espressione delle forze che agiscono sulla spira e scrivere la sua equazione del moto.
- Risolvere l'equazione del moto della spira imponendo le opportune condizioni iniziali. Trovare la legge oraria della coordinata $z(t)$ del lato inferiore della spira. Discutere il tipo di moto confrontando la dimensione della spira a con i parametri rilevanti della soluzione trovata per la legge oraria.



$$\nabla \times \mathbf{v} = \left[\frac{1}{r} \frac{\partial v_z}{\partial \phi} - \frac{\partial v_\phi}{\partial z} \right] \hat{\mathbf{e}}_r + \left[\frac{\partial v_r}{\partial z} - \frac{\partial v_z}{\partial r} \right] \hat{\mathbf{e}}_\phi + \frac{1}{r} \left[\frac{\partial(rv_\phi)}{\partial r} - \frac{\partial v_r}{\partial \phi} \right] \hat{\mathbf{e}}_z$$