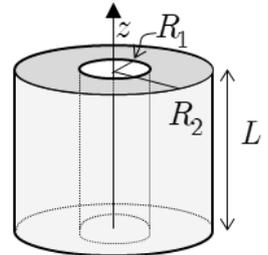


**Prova scritta del corso di Elettromagnetismo**  
**(Prof. F. Ragusa, Prof. G. Colò)**  
**A.A. 2022-2023, 23/01/2024**

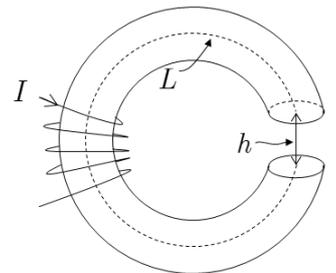
Attenzione: indicare **nome, cognome** e **matricola** su tutte le pagine. **Numerare le pagine**. Lo svolgimento dell'elaborato deve essere **commentato** e le **leggi** ed eventuali **principi di simmetria** utilizzati devono essere **chiaramente enunciati**. L'elaborato deve essere svolto **ordinatamente**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

**Esercizio 1.** Un guscio cilindrico di dielettrico ha raggio interno  $R_1 = 3$  mm, raggio esterno  $R_2 = 5$  mm e altezza  $L = 100$  mm. Poiché  $L \gg R_1, R_2$  si può considerare ovunque l'approssimazione di estensione assiale infinita. Il dielettrico è in uno spazio vuoto e privo di campi esterni, ma conserva una polarizzazione permanente diretta radialmente  $\mathbf{P} = a/r^2 \hat{\mathbf{e}}_r$ , con  $a = 10^{-11}$  C.



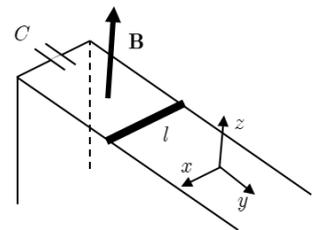
- Determinare l'espressione delle densità di carica di polarizzazione. Determinare espressione e valore numerico delle cariche totali di polarizzazione. Verificare la neutralità del dielettrico.
- A partire dalle distribuzioni di carica di polarizzazione, determinare l'espressione (in modulo, direzione e verso) del campo elettrico  $\mathbf{E}$  in tutto lo spazio.
- Determinare l'espressione del campo  $\mathbf{D}$  in tutto lo spazio.
- Determinare espressione e valore numerico della differenza di potenziale  $V(R_2) - V(R_1)$ .

**Esercizio 2.** Un elettromagnete ha un'anima in ferro dolce toroidale con sezione di  $1.5 \text{ cm}^2$ , e una lunghezza media dentro il ferro  $L = 35$  cm un traferro di spessore  $h = 2$  mm. Il materiale è lineare, omogeneo e isotropo, con permeabilità magnetica relativa  $\mu_r = 1100$ . Nell'avvolgimento di  $N = 200$  spire passa una corrente  $I = 7.5$  A.

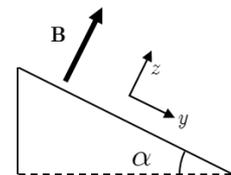


- Determinare il campo  $\mathbf{B}$  all'interno del materiale e nel traferro (in valore numerico, direzione e verso).
- Determinare i campi  $\mathbf{H}$  e  $\mathbf{M}$  all'interno del materiale e nel traferro (in valore numerico, direzione e verso).
- Calcolare l'energia magnetica del sistema.
- Determinare se esista una forza tra le facce del traferro, se questa sia attrattiva o repulsiva, e quanto sia il valore numerico per il valore dato di  $h$ . Si calcoli anche il valore della pressione associata.

**Esercizio 3.** Un circuito a U con due lunghe rotaie parallele, metalliche, collocate a una distanza  $l = 50$  cm, è posto su un piano inclinato di angolo  $\alpha = 30^\circ$  rispetto al piano orizzontale. Nella parte superiore del circuito a U è presente una capacità  $C = 20$  mF. Una barretta di massa  $m = 5$  g può scorrere senza attrito sul binario. La resistenza di tutti i conduttori è trascurabile. Nella regione è presente un campo di induzione magnetica uniforme, perpendicolare al piano inclinato su cui scivola la barretta e di valore  $B = 1$  T. La barretta viene lasciata libera di muoversi sulle rotaie. Si usi un sistema di coordinate come in figura, con l'asse  $z$  perpendicolare al piano inclinato e l'asse  $y$  parallelo al piano.



- Descrivere qualitativamente il moto della barretta individuando le forze che agiscono su di essa e specificarle utilizzando il sistema di riferimento. Utilizzare un valore generico  $I$  della corrente il cui valore effettivo potrà essere determinato solo alla fine del problema. Determinare la risultante delle forze sulla barretta.
- Assumendo che nel circuito sia presente una forza elettromotrice  $\mathcal{E}$ , determinare l'espressione della corrente  $I$  che circola nella spira formata dal tratto del circuito a U interessato e dalla barretta. Esprimere la forza elettromotrice e la corrente indotta nella spira in funzione della velocità  $v(t)$  della barretta.
- Scrivere l'equazione del moto per la barretta e trovare la soluzione (cioè  $v(t)$  lungo il piano). Calcolare il valore della velocità e dell'accelerazione della barretta per  $t = 1$  s.



$$\text{div } \mathbf{F} = \nabla \cdot \mathbf{F} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r F_r) + \frac{1}{r} \frac{\partial F_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial F_z}{\partial z}$$