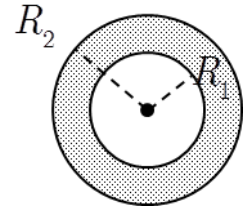


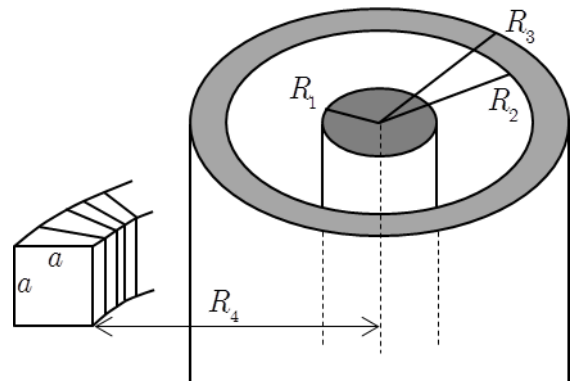
**Esame scritto del Corso di Elettromagnetismo del 24 giugno 2019**  
**Prof. G. Colò, F. Ragusa - a.a. 2018-2019**

**Esercizio 1.** Una sfera di raggio  $R_2$  ha al suo interno una cavità di raggio  $R_1$  all'interno della quale c'è il vuoto. La regione fra  $R_1$  e  $R_2$  è composta di un dielettrico lineare di costante dielettrica relativa  $\epsilon_r = 2$ . Il dielettrico contiene una carica libera (NON di polarizzazione) la cui densità è  $\rho = a/r^4$ , dove  $r$  è la distanza dal centro della sfera e  $a$  una costante.



- a) Determinare i campi  $\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{P}$ ,  $\mathbf{D}$  in tutto lo spazio.
- b) Determinare le densità di carica di polarizzazione (di volume e di superficie).
- c) Determinare le cariche di polarizzazione.

**Esercizio 2.** Si consideri un cilindro molto lungo e di raggio  $R_1$  composto di un materiale lineare, omogeneo e isotropo di permeabilità relativa  $\mu_r$ . Si consideri inoltre un secondo cilindro, cavo, con lo stesso asse del primo, anch'esso molto lungo e composto dallo stesso materiale di permeabilità relativa  $\mu_r$ . Il secondo cilindro ha raggio interno  $R_2$  e raggio esterno  $R_3$ . All'interno del secondo cilindro fluisce una corrente di conduzione  $I_0$  uniforme e stazionaria, diretta lungo l'asse  $z$ .

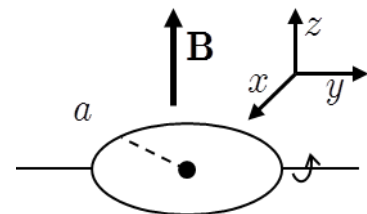


- a) Determinare i campi  $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{H}$ ,  $\mathbf{M}$  (modulo, direzione e verso) in tutto lo spazio.
- b) Determinare le densità di corrente di magnetizzazione (di volume e di superficie) nei materiali magnetici.
- c) Determinare le correnti di conduzione nei materiali magnetici.

Si consideri adesso un avvolgimento toroidale di  $N$  spire a sezione quadrata di lato  $a$ , concentrico con l'asse dei cilindri e con raggio interno  $R_4$ . All'interno del toroide c'è il vuoto.

- d) Determinare la mutua induttanza del toroide con il sistema dei cilindri.

**Esercizio 3.** Una spira di raggio  $a$  è formata da un conduttore di rame di sezione circolare con area  $A$  di raggio  $r$ . Si assumano le dimensioni della sezione molto minori di  $a$ . Il filo di rame ha una conduttività  $\sigma = 5.95 \cdot 10^7 \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$  e una densità  $\rho = 8.96 \cdot 10^3 \text{Kg/m}^3$ . La spira è posta in una regione in cui è presente un campo d'induzione magnetica uniforme  $\mathbf{B} = B_0 \hat{e}_z$  con  $B_0 = 0.02 \text{T}$ . La spira inizialmente giace sul piano  $x$ - $y$  ed è posta in rotazione intorno all'asse con velocità angolare  $\omega_0$ .



- a) Determinare l'espressione della forza elettromotrice indotta e della corrente che circola nella spira. Precisare il verso della corrente.
- b) Calcolare la potenza media dissipata per effetto Joule in un ciclo della rotazione.
- c) Per questa domanda assumere che la potenza dissipata nella resistenza sia la potenza media calcolata nel punto precedente. Alla energia dissipata nella resistenza della spira corrisponde una perdita di energia meccanica della spira. Determinare l'equazione che governa la variazione della velocità angolare  $\omega$ .
- d) Calcolare, anche numericamente, il tempo necessario perché la velocità angolare si riduca di un fattore  $1/e$ .

Ricordare che momento d'inerzia  $I$  di un anello (rispetto all'asse di rotazione dato) con sezione trascurabile rispetto al raggio è  $I = ma^2/2$ . Trascurare qualsiasi effetto dovuto all'asse di supporto della spira (massa, contatto elettrico, attrito ...).