

Prova Scritta Finale di Fisica Generale II

11 settembre 2003

Risolvere i seguenti problemi.

1 Due conduttori cilindrici coassiali hanno spessore trascurabile e raggi $a = 15$ mm e $b = 24$ mm, rispettivamente. Il sistema ha capacità $C = 65$ pF. I due conduttori sono inizialmente mantenuti ad una differenza di potenziale $V = 2250$ V.

(a) Calcolare la carica Q_0 presente sull'armatura positiva, il campo elettrico \mathbf{E} in tutto lo spazio e l'energia elettrostatica U_0 del sistema. Si trascurino gli effetti di bordo.

All'istante $t = 0$, i due conduttori vengono scollegati dal generatore di tensione e connessi tramite una resistenza $R = 12$ M Ω .

(b) Determinare l'andamento $Q(t)$ della carica sull'armatura positiva in funzione del tempo. Dopo quanto tempo la carica si sarà ridotta all'1% del suo valore iniziale?

(c) Calcolare l'aumento di energia interna W del resistore per effetto Joule tra l'istante $t = 0$ e la scarica completa del condensatore. Confrontarlo con l'energia elettrostatica iniziale U_0 e commentare.

2 Un magnete quadrupolare, utilizzato negli acceleratori per focalizzare il fascio di particelle, può essere costruito come in figura. N avvolgimenti di un conduttore percorso dalla corrente i sono avvolti attorno a ciascuno dei quattro poli ferromagnetici, che assumiamo abbiano permeabilità magnetica $\mu = \infty$ ed estensione infinita lungo z . La superficie dei poli è iperbolica: $xy = R^2/2$; la loro distanza minima dall'asse del sistema è quindi pari a R . Grazie a tale configurazione, il campo magnetico nell'interferro non dipende da z e non ha componente lungo z ; esso vale $B_x = gy$, $B_y = gx$, $B_z = 0$, con g costante.

(a) Disegnare le linee di campo magnetico nell'interferro. Fare un grafico del modulo del campo magnetico

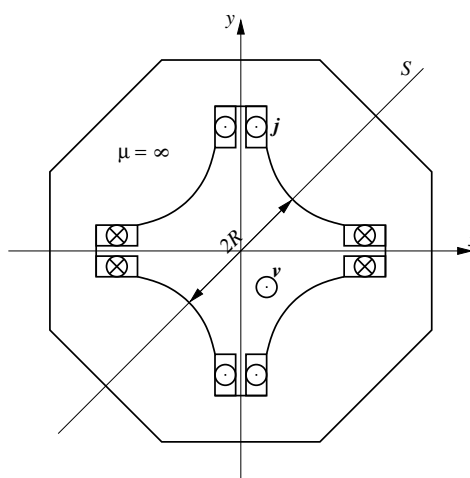


Figura 1: Magnete quadrupolare.

lungo una generica retta S in funzione della distanza $r \equiv \sqrt{x^2 + y^2}$ dall'asse, per $0 \leq r < R$.

(b) Determinare direzione e verso della forza agente su un protone che si muova nell'interferro con velocità parallela all'asse z . Scegliere diverse posizioni del protone.

(c) Determinare g in funzione di N , i ed R . (Suggerimento: sfruttare la legge di Ampère su un percorso opportuno.)

3 A causa della diffrazione, nessuna lente convergente può focalizzare un fascio di raggi paralleli esattamente in un punto. Stimare le dimensioni minime della macchia luminosa prodotta sul suo piano focale da una lente di focale f e diametro D per luce di lunghezza d'onda λ . Si consideri che difficilmente si può costruire una lente il cui rapporto f/D sia minore di 0.8.