

Prova Scritta Finale di Fisica Generale II

6 novembre 2003

Risolvere i seguenti problemi.

1 (a) Dimostrare, a partire dalla conservazione della carica elettrica e dalla legge di Ohm, che la resistenza R equivalente a due resistenze in parallelo R_1 ed R_2 vale $R = R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$.

(b) Dimostrare la proprietà analoga dei condensatori in serie, partendo dalla conservazione della carica e dalla definizione di capacità.

(c) Mostrare che il “parallelo” p di due grandezze fisiche $a > 0$ e $b > 0$, definito come $p \equiv ab / (a + b)$ oppure $1/p \equiv (1/a) + (1/b)$, è sempre minore sia di a che di b . Mostrare anche che, nel limite $b \gg a$, si ha che $p \rightarrow a$.

(d) Considerare la seguente costruzione geometrica (Fig. 1). Nel rettangolo $ABCD$, si tracci la diagonale BD . La retta S , passante per A , forma un angolo di 45° col segmento AB . L'intersezione tra la retta S e la diagonale BD viene chiamata P , mentre la proiezione di P sul segmento AB è detta E . Dimostrare che la lunghezza del segmento PE è il “parallelo” delle lunghezze AB e AD , ossia che $PE = AB \cdot AD / (AB + AD)$.

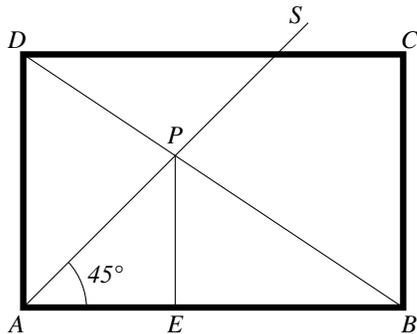


Figura 1: Costruzione geometrica del “parallelo”.

2 Un magnete quadrupolare, utilizzato negli acceleratori per focalizzare il fascio di particelle, può essere costruito come in Fig. 2. 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 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.)

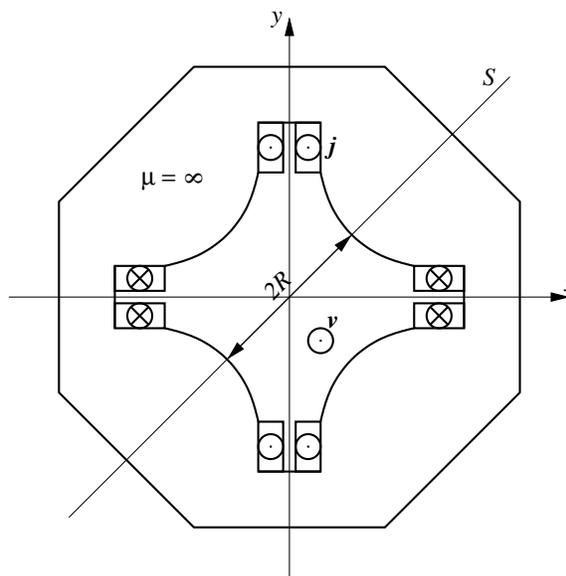


Figura 2: Magnete quadrupolare.

3 Un forno a microonde opera ad una frequenza $f = 2.45$ GHz. (a) Calcolare la lunghezza d'onda delle microonde.

(b) Determinare il valore massimo del campo elettrico e l'intensità dell'onda fuori dal forno.

All'esterno del forno, ad una distanza di 30 cm, il campo magnetico massimo vale $B_0 = 5.4 \mu\text{T}$. (b) Determinare il valore massimo del campo elettrico e l'intensità dell'onda fuori dal forno.