

Elettromagnetismo, ottica ondulatoria ed elementi di fisica moderna

Si risolvano i seguenti quesiti, motivando sempre in maniera esauriente la risposta e specificando, ove necessario, le unità di misura delle quantità coinvolte

1. Si enunci il principio di sovrapposizione per il campo elettrico. A partire da questo fatto, si mostri che il principio di sovrapposizione vale anche per il potenziale prodotto in un punto da un insieme arbitrario di cariche puntiformi. Si considerino quindi 3 cariche, di eguale valore $q = 1 \mu\text{C}$ e poste ai vertici di un triangolo equilatero di lato 1 cm. Si calcolino il valore del campo elettrico e del potenziale elettrico prodotto dalle 3 cariche al centro del triangolo.
2. Un lungo filo rettilineo giace su un tavolo orizzontale e trasporta una corrente $I = 1.20 \mu\text{A}$. Un protone si muove nel vuoto parallelamente al filo ed in verso opposto alla corrente con velocità costante $v = 2.30 \times 10^4 \text{ m/s}$ ad un'altezza d sopra il filo. Determinare
 - (a) Il modulo del campo magnetico nella posizione del protone, in funzione di d .
 - (b) La direzione ed il verso del campo magnetico nella posizione del protone.
 - (c) Il valore di d affinché il protone possa stare in equilibrio sopra il filo, immaginando di potere trascurare il campo magnetico terrestre.

Perchè è necessario che il protone si muova in direzione opposta alla corrente che scorre nel filo affinché si realizzi la situazione sopra descritta?

3. Si spieghi perchè il teorema di Ampère della magnetostatica genera una contraddizione in presenza di correnti variabili nel tempo e si enunci quindi la versione completa del teorema così come determinata da Maxwell mediante l'introduzione della corrente di spostamento I_d . Si consideri quindi un condensatore piano ideale, collegato in un opportuno circuito e durante il processo di carica. Si verifichi che, per questo sistema, la corrente di spostamento è pari a $I_d = A \frac{d\sigma}{dt}$ e che questa coincide con la corrente di conduzione che scorre nel circuito. Nella formula, A è l'area delle armature del condensatore e σ è la densità superficiale di carica sulle armature.
4. Si enunci la legge della rifrazione di Snell per la luce. Si spieghi in particolare cosa si intende per riflessione interna totale e si derivi l'espressione dell'angolo di incidenza critico per cui si verifica tale fenomeno.

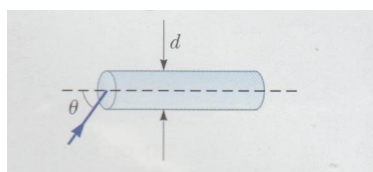


Figura 1: Illustrazione dell'esercizio 4.

Si consideri quindi una barretta trasparente di diametro $d = 2.00 \mu\text{m}$ e di indice di rifrazione $n = 1.36$. Si determini il valore massimo dell'angolo θ per il quale i raggi di luce che entrano dall'estremità della barretta in figura 1 sono soggetti a riflessione interna totale lungo le pareti della barretta. Si trovi inoltre l'angolo di prima rifrazione nella barretta che corrisponde all'angolo di incidenza θ appena determinato.