

Cognome Nome

Istruzioni per lo svolgimento del tema:

Per ciascun problema, descrivere sinteticamente la soluzione evidenziando le leggi e/o i principi fisici invocati e le approssimazioni utilizzate. Rispondere alle domande poste fornendo la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date o di quelle ottenute in altre risposte, riportando, ove richiesto, il corrispondente risultato numerico con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate.

Problema 1

Una carica puntiforme q si trova al centro di un avvolgimento toroidale, di sezione rettangolare, avente raggio interno a , raggio esterno $a + w$ ed altezza h , con $w, h \ll a$. L'avvolgimento è costituito da N spire totali ed è percorso da una corrente I inizialmente costante. Determinare

- a) la quantità di moto elettromagnetica \vec{p} associata a questa configurazione supponendo i campi costanti all'interno della sezione del toroide.

Ad un certo istante la corrente I viene azzerata, in maniera sufficientemente rapida affinché la carica q non si muova mentre il campo magnetico decresce a zero. Determinare:

- b) il campo elettrico indotto nella posizione della carica;
c) l'impulso applicato a q .

[Suggerimento per il punto b): sfruttare l'analogia formale tra la legge di Ampère in magnetostatica e la legge di Faraday e considerare il campo magnetico generato sul suo asse di simmetria da un anello percorso da corrente, eseguendo le sostituzioni $\vec{B} \rightarrow \vec{E}$ e $\mu_0 I \rightarrow -d\Phi_B/dt$.]

Problema 2

In un'antenna lineare, assimilabile ad un filo rettilineo di lunghezza L e sezione S , con $S \ll L$, un generatore mantiene una corrente $i(t) = I_0 \sin(\omega t)$.

Nell'approssimazione $L \ll \lambda$, dove λ è la lunghezza d'onda della radiazione emessa, determinare:

- a) la potenza media totale irradiata dall'antenna;
b) il momento di dipolo associabile all'antenna;
c) la resistenza di radiazione dell'antenna.

[Suggerimento: supporre che nel filo ci siano N portatori di carica per unità di volume che si muovono in fase fra loro con velocità di deriva \vec{v}_d]

Problema 3

Si considerino due onde elettromagnetiche piane monocromatiche, polarizzate in direzioni ortogonali, aventi la stessa frequenza, la stessa ampiezza ed una differenza di fase pari a $\pm\pi/2$. Mostrare che il vettore campo elettrico dell'onda risultante dalla sovrapposizione delle due ruota intorno alla direzione di propagazione e descrive una circonferenza, con un verso determinato dal segno della differenza di fase.

Problema 4

Si considerino due trasformazioni di Lorentz in sequenza: una con velocità \vec{v} lungo l'asse x , seguita da una seconda con velocità \vec{v} lungo l'asse y . Determinare:

- a) la matrice 4×4 che descrive questa sequenza di trasformazioni;
- b) se la sequenza di trasformazioni inversa, prima lungo y e poi lungo x , è equivalente alla prima.