Università di Trieste, A.A. 2022/2023 – Lauree Triennali in Fisica

Fondamenti di Elettrodinamica, Sessione Estiva, I Appello – 28.6.2023

Cognome .... Nome ....

<u>Istruzioni per lo svolgimento del tema</u>:
Per ciascun problema, descrivere sinteticamente la soluzione evidenziando le leggi e/o i principi fisici invocati e le approssimazioni utilizzate. Rispondere alle domanda 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

Due dipoli oscillanti $\overrightarrow{\mathbf{p}}_-$ e $\overrightarrow{\mathbf{p}}_+$ sono posizionati rispettivamente nei punti di coordinate $(0,-d/2,0)$ e $(0,d/2,0)$ di un sistema di riferimento cartesiano. I due dipoli, aventi momento di eguale modulo p_0, sono paralleli all'asse z e oscillano armonicamente con pulsazioni leggermente differenti: $\omega_\pm = \omega_0 \pm \delta\omega$, dove $\delta\omega \ll \omega_0$. La distanza tra i due dipoli è tale che $d = \lambda_0/2 = \pi c/\omega_0$. Si consideri un punto P nel piano $z = 0$ distante $r \gg \lambda_0$ dall'origine O e sia ϕ l'angolo tra l'asse x e la direzione di $\vec{\mathbf{r}} = \overrightarrow{\mathbf{OP}}$. Determinare:

a) la direzione e il modulo del campo elettrico osservato in P (al primo ordine in $\delta\omega/\omega_0$);

b) la potenza misurata da un rivelatore di superficie efficace pari ad A, posizionato in P, avente un tempo di risposta T, con $2\pi/\omega_0 \ll T \ll 2\pi/\delta\omega$.

c) la direzione di massima emissione del sistema dei due dipoli nel piano $z = 0$ all'istante t, discutendone poi l'andamento al variare del tempo.

[Suggerimento: nel punto P le ampiezze di oscillazione dei campi generati dai due dipoli possono essere considerate approssimativamente uguali, si tenga invece conto dello sfasamento dovuto alla differenza di cammino ottico in P tra le onde provenienti da $\overrightarrow{\mathbf{p}}_-$ e quelle provenienti da $\overrightarrow{\mathbf{p}}_+$]

Problema 2

In presenza di cariche magnetiche isolate (monopoli), le equazioni di Maxwell prenderebbero la forma

$$\overrightarrow{\nabla} \cdot \overrightarrow{\mathbf{E}} = \rho/\epsilon_0 \; ; \; \overrightarrow{\nabla} \times \overrightarrow{\mathbf{E}} = -\mu_o \vec{\mathbf{J}}_m - \frac{\partial \overrightarrow{\mathbf{B}}}{\partial \mathbf{t}} \; ; \; \overrightarrow{\nabla} \cdot \overrightarrow{\mathbf{B}} = \mu_0 \rho_m \; ; \; \overrightarrow{\nabla} \times \overrightarrow{\mathbf{B}} = \mu_o \vec{\mathbf{J}} + \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \overrightarrow{\mathbf{E}}}{\partial \mathbf{t}}$$

dove ρ_m e $\vec{\mathbf{J}}_m$ sono, rispettivamente, le densità di carica e corrente magnetiche. Determinare:

a) le dimensioni della carica magnetica nel Sistema Internazionale;

b) la forza che si scambierebbero due cariche magnetiche puntiformi.

Si supponga ora di avere un fascio di monopoli magnetici, ciascuno di carica q_{m}, che si muovono con la stessa velocità $\vec{\mathbf{v}}$. Il fascio ha la forma di un cilindro infinito, a base circolare di raggio a, e contiene una densità numerica uniforme di n particelle per unità di volume. Determinare:

c) i campi elettrico e magnetico generati dal fascio in tutto lo spazio.

Problema 3

Un'astronauta, di massa $m = 100$ kg e superficie esterna $S = 2.0$ m^2, è in attività extra-veicolare e dispone per le emergenze di una sorgente luminosa da 100 W. L'astronauta è ad una distanza dal sole dove l'irradianza della radiazione solare è $I = 1.0$ kW/m^2. Determinare:

a) il tempo necessario a raggiungere un velocità di 1.0 m/s usando la sorgente luminosa come propulsore;

b) il tempo necessario a raggiungere la medesima velocità usando la pressione di radiazione della luce solare.

Problema 4

Si osserva nel sistema del laboratorio un urto elastico tra un fotone di energia $E_0 = 1.0$ MeV ed un elettrone a riposo. Sapendo che l'energia a riposo dell'elettrone è pari a 0.511 keV, determinare:

a) la velocità, espressa in unità di c, del sistema di riferimento CQ del "centro della quantità di moto" vista dal laboratorio;

b) l'energia cinetica dell'elettrone prima dell'urto nel sistema di riferimento CQ.