

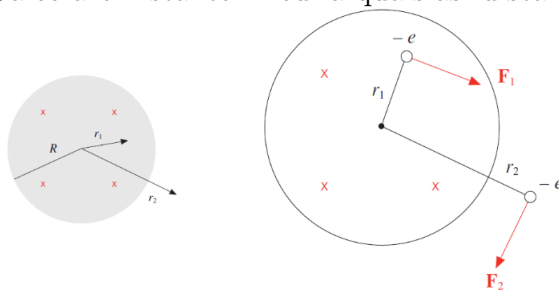
10.21

Un campo magnetico variabile nel tempo con la legge $\vec{B} = \vec{u}_n(0.05t^2 - 0.2t)[T]$ è definito in una regione cilindrica di raggio $R = 5 \text{ cm}$; in tale regione il campo è uniforme e parallelo all'asse.

Calcolare la forza F_1 che agisce su un elettrone (fermo) a distanza $r_1 = 0.04 \text{ m}$ dal centro dell'asse all'istante $t_1 = 4 \text{ s}$.

Calcolare la forza F_2 che agisce nello stesso istante a una distanza $r_2 = 0.07 \text{ m}$ dal centro.

Calcolare l'istante in cui a qualsiasi distanza la forza è nulla.



Formule utilizzate

Soluzione punto a

Il campo magnetico dipende dal tempo $B(t)$ produce un campo elettrico $E(t)$ anche dipendente dal tempo secondo la legge:

$$\varepsilon_i = \oint \vec{E}(t) d\vec{s} = -\frac{d\Phi(\vec{B}(t))}{dt} = -\frac{d}{dt} \int_{\Sigma} \vec{B} \vec{u}_n d\Sigma$$

Per $0 \leq r \leq R$:

$$-\frac{d\Phi(\vec{B}(t))}{dt} = -\pi r^2 \frac{dB}{dt} = -\pi r^2 (0.1t - 0.2)$$

$$\varepsilon_i = \oint \vec{E}(t) d\vec{s} = 2\pi r E$$

$$\text{Eguagliando i due risultati: } -\pi r^2 (0.1t - 0.2) = 2\pi r E$$

da cui: $E = -\frac{r}{2} (0.1t - 0.2)$ con segno +, cioè in senso antiorario.

Ovvero \vec{E} circola in verso antiorario fino a $t = 2 \text{ s}$ e poi in verso orario.

$$F_1 = qE_1 = 6.4 * 10^{-22} \text{ N (verso antiorario)}$$

Soluzione punto b

$$\text{Per } r \geq R: \Phi(\vec{B}) = \int_{\Sigma} \vec{B} \vec{u}_n d\Sigma = B\pi R^2$$

$$-\frac{d\Phi(\vec{B}(t))}{dt} = -\pi R^2 \frac{dB}{dt} = -\pi R^2 (0.1t - 0.2)$$

$$\oint \vec{E}(t) d\vec{s} = 2\pi r E.$$

Uguagliando i risultati otteniamo:

$$E = -\frac{R^2}{2r}(0.1t - 0.2)$$

$$F_2 = qE_2 = e\frac{R^2}{2r_2}(0.1t_1 - 0.2) = 5.7 * 10^{-22} \text{ N anche in questo caso in senso antiorario.}$$

Soluzione punto c

Siccome a qualsiasi distanza la forza è proporzionale a $(0.1t - 0.2)$ la forza diventa nulla quando:

$$0.1t - 0.2 = 0 \quad F = 0 \text{ per } t = 2 \text{ s}$$

Questo corrisponde al tempo in corrispondenza al quale il campo magnetico assume il suo valore minimo pari a -0.2 T .