

XIII (ostatnia) seria zadań domowych z elektrodynamiki R (2009/10)

Zadanie 1.

Znaleźć i przedyskutować \vec{E} , \vec{B} , $\langle dI/d\Omega \rangle$ i $\langle I \rangle$ w strefie promieniowania w przybliżeniu multipolowym dla pola ramki kołowej (o promieniu R) z prądem o natężeniu $I = I_0 \cos(\omega t)$.

Zadanie 2.

Jednorodnie namagnesowana kula o promieniu R i stałej polaryzacji magnetycznej \vec{M}_0 wiruje ze stałą prędkością kątową $\vec{\omega}$ wokół osi przechodzącej przez środek kuli i tworzącej kąt α z kierunkiem \vec{M}_0 . Znaleźć i przedyskutować \vec{E} , \vec{B} , $\langle dI/d\Omega \rangle$ i $\langle I \rangle$ w strefie promieniowania w przybliżeniu multipolowym.

Zadanie 3.

Na prostej w jednakowych odległościach $a = \lambda$ od siebie znajduje się N równoległych punktowych dipoli elektrycznych z momentami $\vec{p} = \vec{p}_0 \cos(\omega t)$, przy czym \vec{p}_0 tworzy z prostą stały kąt α . Znaleźć $\langle dI/d\Omega \rangle$ i $\langle I \rangle$ w strefie promieniowania i przedyskutować wynik dla $\alpha = 0$ i $\alpha = \frac{\pi}{2}$.

Zadanie 4.

a) Wykazać, że szybkość strat energii przez cząstkę o masie m i ładunku q poruszającą się w próżni w zewnętrznym polu elektromagnetycznym scharakteryzowanym przez \vec{E} i \vec{B} wynosi

$$-\frac{d\mathcal{E}}{dt} = \frac{q^4}{6\pi\epsilon_0 m^2 c^3} \frac{(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})^2 - (\vec{E} \frac{\vec{v}}{c})^2}{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

gdzie \vec{v} - prędkość cząstki.

b) Sprawdzić, że w akceleratorach liniowych ($\vec{B} = \vec{0}$, $\vec{v} \parallel \vec{E}$) straty energii nie zależą od prędkości cząstki, a w akceleratorach kołowych ($\vec{E} = \vec{0}$, $\vec{v} \perp \vec{B}$) straty energii rosną ze wzrostem tej prędkości.

Wskazówka do a): Wykorzystać wzór na straty energii promieniującego ładunku punktowego i relatywistyczne równanie ruchu cząstki

$$\frac{d}{dt} \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}).$$

20.05.2010