

**XI seria zadań domowych z elektrodynamiki klasycznej
z elementami teorii pola (2008/09)**

Zadanie 1.

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 z wykładu i relatywistyczne równanie ruchu cząstki

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

Zadanie 2.

W umieszczonym w próżni nieskończonym prostym drucie (obojętnym elektrycznie) płynie prąd o natężeniu

$$I(t) = \begin{cases} 0 & \text{dla } t \leq 0, \\ I_0 \frac{t}{T} & \text{dla } t > 0, \end{cases}$$

gdzie $T > 0$. Znaleźć \vec{E} i \vec{B} dla powstałego pola elektromagnetycznego.

Zadanie 3.

Wzdłuż osi z między punktami $z = -\frac{d}{2}$ i $z = \frac{d}{2}$ umieszczono antenę liniową z prądem o natężeniu $I = \text{Re}\{I_0 \sin(2\pi \frac{z}{d}) e^{-i\omega t}\}$. Wyznaczyć i przedyskutować rozkład kątowny uśrednionej po czasie mocy promieniowania $\langle \frac{dI}{d\Omega} \rangle$ oraz uśrednioną po czasie moc promieniowania $\langle I \rangle$ anteny.