

## V seria zadań domowych z elektrodynamiki klasycznej (2011/12)

**Zadanie 1.** Pokazać, że relatywistyczne prawo dynamiki  $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$  można równoważnie zapisać jako:

$$\vec{F} = \frac{m}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \left[ \vec{a} + \frac{\vec{v}(\vec{v} \cdot \vec{a})}{c^2 - v^2} \right],$$

gdzie  $\vec{v}$  jest prędkością ciała a  $\vec{a}$  jego przyspieszeniem.

**Zadanie 2.** Rozważmy dwie nieskończenie długie przewodzące nici o gęstości linowej ładunku odpowiednio  $+\lambda$  i  $-\lambda$  znajdujące się tak blisko siebie że można je traktować jako leżące na sobie. Nici wprowadzono w ruch ze stałymi prędkościami odpowiednio  $+u$  i  $-u$  wzdłuż kierunku wyznaczanego przez nici.

- Obliczyć pola  $\vec{E}$  i  $\vec{B}$  wytwarzane przez nici.
- W odległości  $d$  od nici ładunek  $q$  porusza się ze stałą prędkością  $v$  w kierunku wyznaczonym przez nici. Obliczyć siłę działającą na ładunek.
- Przejsć do układu współporuszającego się z ładunkiem. Dokonując transformacji pól obliczyć  $\vec{E}'$  i  $\vec{B}'$  w tym układzie, a następnie obliczyć siłę działającą na ładunek.
- Wykonać ten sam rachunek, ale tym razem zamiast transformacji pól wykonać transformację czterowektora gęstości prądu i obliczyć wartości pól korzystając z prawa Gaussa i Ampera.

**Zadanie 3.** Dwa ładunki punktowe  $q_1, q_2$  znajdujące się w stałej odległości  $d$  poruszają się równolegle do siebie z tą samą stałą prędkością  $v$  w kierunku prostopadłym do prostej je łączącej. Obliczyć siłę działającą między nimi. Zastanowić się, w jakim układzie będzie najwygodniej rozwiązać ten problem.

**Zadanie 4 (nadobowiązkowe).** Na ćwiczeniach wyprowadziliśmy relatywistyczne prawa transformacji sił. Przyjmując, że układ primowany porusza się ze stałą prędkością  $u$  w kierunku  $x$  względem układu nieprimowanego transformacje wyglądają następująco:

$$\begin{aligned} F'_x &= F_x - \frac{v_y F_y + v_z F_z}{c^2/u - v_x} \\ F'_y &= \frac{F_y}{\gamma(1 - v_x u/c^2)} \\ F'_z &= \frac{F_z}{\gamma(1 - v_x u/c^2)} \end{aligned}$$

gdzie  $\gamma = 1/\sqrt{1 - u^2/c^2}$ , a  $\vec{v}$  jest prędkością ciała, na które działa siła w układzie nieprimowanym. Wiemy, że siła Lorentza ma postać  $\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$ . Korzystając z wzorów na transformację siły oraz tego, że wzór Lorentza musi obowiązywać w obu układach odniesienia, wyprowadzić wzory na transformację pól  $\vec{E}$  i  $\vec{B}$  do układu primowanego.