

Zadania domowe Seria XI

(uzupełnienie materiału z ćwiczeń X)

Zadanie 1.

Czy można znaleźć taki układ odniesienia, w którym bitwa pod Grunwaldem (1410r.) i bitwa pod Waterloo (1815r.) zaszłyby:

- w tym samym miejscu,
- w tym samym czasie?

Policzyć interwał czasoprzestrzenny tych zdarzeń i określić ich położenie na wykresie Minkowskiego, przyjmując odległość Grunwald – Waterloo za równą 1000 km.

Zadanie 2.

W układzie U' , poruszającym się wzdłuż osi x układu U ze stałą prędkością v , znajduje się pręt o długości l_0 tworzący kąt θ' z osią x' . Jaką długość pręta i jaki kąt zmierzy obserwator w układzie U ? Podać wyniki liczbowe dla przypadku, gdy $l_0 = 2\text{m}$, $\theta' = 45^\circ$ i $v = 0,8c$.

Zadanie 3.

Akcelerator liniowy w Stanford przyspiesza elektrony do takich prędkości, dla których

$$1 - \beta = 1 - v/c = 10^{-10}.$$

Kanał akceleratora ma długość 3 km. Obliczyć, jaką długość kanału przyspieszającego zmierzy obserwator związany z przyspieszanymi elektronami.

Zadanie 4.

Protony z akceleratora LHC przyspieszane są w paczkach, które przelatują przez detektor co 25ns. Prędkość rozpędzonych protonów odpowiada współczynnikowi Lorentza $\gamma = 7000$. Jaka jest odległość między paczkami w ich układzie odniesienia? Jaka jest różnica prędkości protonów i prędkości światła w powietrzu ($c_{\text{pow}} = c/n$, gdzie wsp. załamania $n = 1,0003$)?

Zadanie 5.

Automatyczna stacja kosmiczna została wysłana w celu zbadania planety, krążącej wokół gwiazdy X i powrotu na Ziemię. Zainstalowany na stacji komputer przez cały czas podróży przekazuje na Ziemię komunikaty w jednakowych odstępach czasu pokładowego. Po upływie kilkunastu lat częstość komunikatów odbieranych przez naziemną stację obsługi lotu zwiększyła się $k = 3$ razy.

- Obliczyć prędkość lotu rakiety. Zakładamy, że rakieta leciała w obie strony z tą samą prędkością, a czas jej pobytu na planecie był pomijalnie krótki.
- Stacja powróciła na Ziemię po czasie $t_2 = 6$ lat od chwili odebrania komunikatów z planety. Jak długo nie było stacji na Ziemi? Jaka była różnica wskazań zegara pokładowego i zegara pozostawionego na Ziemi?