

Zadanie 1.

Wyprowadzić wzory na transformację Lorentza $(x, t) \rightarrow (x', t')$ przekształcając wzory na obrót hiperboliczny o kąt ψ . Porównać rachunek ze zwykłym płaskim obrotem w przestrzeni euklidesowej.

Wskazówka:

$$\operatorname{tgh} \psi = \frac{v}{c}, \quad \cosh^2 \psi - \sinh^2 \psi = 1.$$

Zadanie 2.

Z rakiety poruszającej się względem pewnego układu A z prędkością $c/3$ wystrzelono drugą, poruszającą się względem niej z prędkością $c/3$, a z tej drugiej pocisk również z prędkością $c/3$. Jaka jest prędkość pocisku względem układu A.

Zadanie 3.

Znaleźć energię (zerowa składowa czteropędu) fotonu poruszającego się w kierunku osi y oraz fotonu poruszającego się w kierunku x w układzie poruszającym się z prędkością v w kierunku osi x . Osie x i y są prostopadłe.

Zadanie 4.

Składamy 7-krotnie prędkość $v = c/7$. Jaka jest prędkość wypadkowa? Podać wartość numeryczną.

Zadanie 5.

Cząstka o masie m i pędzie p , uderza w identyczną, ale spoczywającą cząstkę. Podać energie i pędy po zderzeniu, zakładając, że ruch jest jednowymiarowy. Rozważyć przypadek nierelatywistyczny i relatywistyczny.

Zadanie 6.

Jeden proton spoczywa, a drugi zbliża się do niego z nieskończoności z energią początkową E_0 . Protony zbliżają się i po osiągnięciu odległości najmniejszego zbliżenia oddalają się od siebie. Znaleźć kąt względny pomiędzy kierunkami prędkości protonów gdy oddalą się one do nieskończoności. Rozważyć osobno opis nierelatywistyczny i relatywistyczny.

Zadanie 7.

Rakieta, której celem jest Proxima, odległa o 4 lata świetlne, została błyskawicznie rozpędzona do prędkości $0.9c$, a następnie ruchem jednostajnym poruszała się do celu. Pomijając rozpędzanie i hamowanie, obliczyć ile czasu pokładowego upłynęło w trakcie podróży.

Zadanie 8.

Jak wyżej, ale tym razem rakieta przez połowę drogi porusza się z przyspieszeniem/opóźnieniem równym g . Jaka będzie maksymalna prędkość i dylatacja czasu?