

Wstęp do Modelu Standardowego – zadania 1

1. Wyprowadź zależności transformujące prędkość ciała w dwóch układach inercjalnych poruszających się względem siebie z prędkością $\vec{V} = (V, 0, 0)$. Następnie użyj ich do rozwiązania zadania:

Rakieta poruszająca się względem Ziemi z prędkością $0.8c$ wystrzeliwuje w kierunku swego ruchu:

- i) pocisk z prędkością $0.6c$,
- ii) wiązkę światła laserowego z prędkością c względem rakiety.

Jaka jest prędkość pocisku i wiązki światła lasera względem Ziemi?

2. Proszę zrobić transformację Lorentza czterowektora X do układu poruszającego się z prędkością $\vec{V} = (V, 0, 0)$ i policzyć iloczyn skalarny dwóch czterowektorów X i Y w obu układach. W ten sposób pokazać, że iloczyn skalarny jest niezmiennikiem transformacji Lorentza.
3. Transformacja Lorentza jest zdefiniowana jako przekształcenie, które nie zmienia iloczynu skalarnego czterowektorów. Wychodząc jedynie z tej definicji, proszę wyprowadzić najbardziej ogólną postać Λ^μ_ν dla $v = \{0, 1\}$
4. Policzyc $\det(\Lambda^T \Lambda)$, gdzie Λ to macierz transformacji Lorentza.
5. W jaki sposób transformują się pochodne czterowektorów $\partial_\mu \equiv \frac{\partial}{\partial x^\mu} = \left(\frac{\partial}{\partial x^0}, \frac{\partial}{\partial x} \right)$ oraz $\partial^\mu \equiv \frac{\partial}{\partial x_\mu} = \left(\frac{\partial}{\partial x_0}, -\frac{\partial}{\partial x} \right)$, jako wektory ko- czy kontrawariantne?
6. Naładowany pion rozpada się na mion i neutrino mionowe. Korzystając z czeropędów, policz energię i pęd produktów rozpadu. Jakiej mają energii kinetyczne?
7. Relatywistyczna cząstka o masie m_a i prędkości \vec{v}_a zderza się ze spoczywającą kulką o masie m_b . Kulki po zderzeniu skleją się, jaka jest masa i prędkość powstałej po zderzeniu kuli? Czy w granicy nierelatywistycznej otrzymamy spodziewany wynik?