

TRANSFORMACJE LORENTZA

1. Układ K' porusza się względem osi OX układu odniesienia K ze stałą prędkością v . W układzie K' znajduje się pręt o długości własnej l_0 , tworzący z osią OX' kąt α' . Jaką długość pręta l i jaki kąt α zmierzy obserwator spoczywający w układzie K .
2. Mion (mezon μ) utworzony w górnych warstwach atmosfery przebywa do chwili rozpadu odległość 5 km z prędkością $v = 0,99c$ (c - prędkość światła).
 - a) Jak długi jest czas życia mionu mierzony przez nas, a jaki czas życia mierzony w jego własnym układzie odniesienia?
 - b) Jaka jest grubość atmosfery przebyta przez mion, zmierzona w jego własnym układzie odniesienia?
3. Dwa akceleratory dają cząstki poruszające się w przeciwnie strony z prędkościami $v_1 = v_2 = 0,9c$. Obliczyć względną prędkość cząstek.
4. Akcelerator liniowy w Stanford przyspiesza elektrony do takich prędkości, dla których $(1 - v/c) \approx 10^{-10}$. Kanał akceleratora ma długość 3000 m. Obliczyć, jaką długość kanału przyspieszającego zmierzyłby obserwator, związany z przyspieszanymi elektronami.
5. Kosmonauta porusza się w poprzek pojazdu kosmicznego z prędkością $v_k = 5$ km/h względem ścian pojazdu. Jaką prędkość poprzeczną ma ten kosmonauta względem Ziemi, jeżeli rakietę oddała się od Ziemi z prędkością 180 000 km/h?
6. Pojazd kosmiczny oddała się od Ziemi z prędkością $0,3c$. Światło w pojeździe kosmicznym ma dla pasażerów kolor niebieski $\lambda = 4,8 \cdot 10^{-7}$ m. Jaki kolor widzi obserwator na Ziemi?
7. Czy można znaleźć układ odniesienia, w którym Chrzest Polski i bitwa pod Grunwaldem zaszłyby a) w tym samym czasie, b) w tym samym miejscu? Podaj odpowiednie układy odniesienia.
8. Pokazać, że interwał czasoprzestrzenny i kwadrat energii spoczynkowej są niezmiennikami transformacji Lorentza.
9. Dwie żarówki znajdujące się w układzie laboratoryjnym, jedna w $x = 0$, druga w $x = 10$ km, wysyłają błyski światła w chwili $t = 0$. Błyski te są obserwowane z rakiety poruszającej się wzdłuż osi x z prędkością $v' = 3,7 \cdot 10^7$ m/s. a) Jaki odstęp czasowy między błyskami zarejestruje obserwator w rakiecie? b) Która żarówka zdaniem obserwatora błysnęła jako pierwsza?

ENERGIA RELATYWISTYCZNA

10. Jakie powinno być napięcie pola elektrycznego, aby zgodnie z zasadami mechaniki klasycznej poruszający się w tym polu elektron uzyskał prędkość światła? Jaką prędkość w tym polu elektrycznym uzyska elektron według mechaniki relatywistycznej?

11. Elektron rozpoczyna ruch w jednorodnym polu elektrycznym o natężeniu $E = 10 \text{ kV/cm}$. Po jakim czasie od początku ruchu jego energia kinetyczna będzie równa jego energii spoczynkowej?
12. Spoczywające ciało o masie M rozpada się na dwa o masach spoczynkowych m_1 i m_2 . Wyznaczyć energie kinetyczne powstałych fragmentów.
13. W spoczywającą cząstkę o masie m_1 uderza cząstka o masie spoczynkowej m_2 i energii kinetycznej E_2 . W wyniku zderzenia obie cząstki zespalają się w jedną poruszającą się dalej w całości. Znaleźć masę spoczynkową powstałej cząstki oraz jej prędkość.
14. Strumień relatywistycznych elektronów o energii kinetycznej E każdy uderza w tarczę i jest przez nią pochłaniany. Ilość padających elektronów w jednostce czasu wynosi L . Wyznaczyć siłę, z jaką ten strumień oddziałuje na tarczę.
15. Słońce emituje w ciągu sekundy energię równą $6,5 \cdot 10^{21} \text{ kWh}$. Przyjmując, że promieniowanie Słońca jest stałe, znaleźć czas, w ciągu którego masa Słońca zmaleje do połowy.
16. Jaką prędkość posiada elektron o energii kinetycznej równej 1 MeV ?
17. Jaka jest energia kinetyczna i prędkość protonu posiadającego pęd równy $1 \text{ MeV}/c$?
18. Jakie prędkości osiągną cząstka α i elektron przyspieszane w polu elektrycznym o różnicy potencjałów $U = 10^6 \text{ V}$?
19. Jaki błąd zostanie popełniony, jeżeli energia kinetyczna cząstki o prędkości $\frac{1}{2} c$ będzie obliczona na podstawie wzoru znanego z mechaniki klasycznej?
20. Obliczyć stosunek prędkości elektronu i protonu, jeżeli obie cząstki posiadają taką samą energię kinetyczną, równą 1 MeV .
21. Jaką energię kinetyczną powinien posiadać neutron emitowany ze Słońca, aby prawdopodobieństwo dotarcia tego neutronu do Ziemi było równe $0,5$? Odległość Ziemi od Słońca $s = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$. Okres połowicznego zaniku swobodnego spoczywającego neutronu $T = 12 \text{ minut}$.
22. Masa spoczynkowa elektronu wynosi $9,1 \cdot 10^{-28} \text{ g}$, a protonu $1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}$. Obliczyć energetyczne równoważniki tych mas. Podać wynik w MeV .