

STW - Zadania domowe 2

Zadanie 1. W 400 sekund po wybuchu w koronie słonecznej nastąpiła erupcja Wezuwiusza. Czy istnieją układy odniesienia, w których zdarzenia te są obserwowane:

- jako jednoczesne
 - jako zachodzące w tym samym miejscu?
 - co możesz powiedzieć o związku przyczynowym między tymi zdarzeniami?
- Policzyć interwał czasoprzestrzenny zdarzenia i określić położenie na wykresie Minkowskiego. Przyjąć odległość Słońce-Ziemia podczas tych zdarzeń za równą $15 \cdot 10^7$ km.

Zadanie 2. W układzie $O'X'$ znajduje się pręt, którego końce leżą w punktach $x'_1 = 0$ i $x'_2 = L_0 = 1.5$ m. Układ $O'X'$ porusza się względem układu OX ruchem jednostajnym z prędkością $V = 0.6c$. Jaką długość pręta zmierzy obserwator w układzie OX ? W jakim odstępie czasu końce pręta miną obserwatora OX ? Przyjąć prędkość światła $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

Zadanie 3. Sztywny pręt o długości $L_0 = 2$ m znajduje się w spoczynku względem układu K' . Jaka będzie długość L i orientacja pręta θ w układzie K jeżeli w układzie K' pręt tworzy kąt $\theta_0 = 45^\circ$ z osią X' i układ ten porusza się z prędkością $v = 0.8c$ wzdłuż osi X .

Zadanie 4. Relatywistyczny mion wyprodukowany w zderzeniu na wysokości 20 km nad powierzchnią Ziemi porusza się z prędkością $0.8c$ w kierunku prostopadłym do powierzchni Ziemi. Jakie jest prawdopodobieństwo, że doleci do powierzchni Ziemi. Czas życia mionu wynosi $2.2 \mu\text{s}$. Przeprowadź obliczenia w układzie mionu i w układzie Ziemi.

Zadanie 5. Protony z akceleratora LHC przyspieszane są w paczkach, które przelatują przez detektor co 25 ns. 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 $n = 1.0003$)?

Zadanie 6. Pociąg i tunel mają tę samą długość 700 m mierzoną w spoczynku. Pociąg wjeżdża do tunelu z prędkością $v = 0.707c$.

- po jakim czasie od chwili wjazdu lokomotywy do tunelu pasażer pociągu zaobserwuje, że ostatni wagon wyjechał z tunelu?
- Jaki czas przejazdu pociągu przez tunel zmierzy dróżnik stojący przy torach?

Zadanie 7. Dwie rakiety, każda o długości 20 m w spoczynku, lecą naprzeciw siebie z równymi prędkościami względem nieruchomego obserwatora. Prędkość każdej z raket wynosi $0,8c$. Oblicz:

- a) prędkości jednej rakiety względem drugiej,
- b) długość rakiety mierzoną w układzie drugiej rakiety.

Zadanie 8. Bojowy pojazd kosmiczny o długości 200m porusza się równoległe do powierzchni planety z prędkością $v = 0,6c$. Na rozkaz dowódcy, dwa działa laserowe umieszczone na końcach pojazdu wypaliły jednocześnie (w układzie odniesienia związanym ze statkiem) w kierunku powierzchni planety. Jaką długość statku zmierzają mieszkańcy planety? Jaką zmierzają odległość między śladami trafień na powierzchni planety? Jak wyjaśnić różnicę wyników pomiarów?

Zadanie 9. Ziemiańcin i podróżujący rakieta z prędkością $v=1/3c$ Marsjanin zaczęli czytać książki w tej samej chwili. Marsjanin przeczytał 100-stronicową książkę w ciągu 100 minut odwracając kartki w stałych odstępach czasu. Ziemiańcin czytał swoją książkę w tym samym tempie w czasie własnym. Którą stronę czytał Ziemiańcin, gdy zobaczył, że Marsjanin zamyka swoją książkę? Ile odwróceń kartek przez Ziemiańcina widział Marsjanin w czasie czytania książki?