

SZCZEGÓLNA TEORIA WZGLĘDNOŚCI: SERIA 4 ZADAŃ

1. (Paradoks bliźniąt.) Ewa pozostawia swojego brata bliźniaka Adama na Ziemi i podróżuje rakieta przez 7 lat swojego czasu własnego z prędkością (względem Ziemi) równą $v = \frac{24}{25}c$. Następnie momentalnie zawraca (nie zważając na przeciążenia) i z tą samą prędkością powraca na Ziemię.
 - a) Który z bliźniaków będzie starszy i o ile przy ich ponownym spotkaniu? Najpierw odpowiedz na to pytanie posługując się wzorem wiążącym czas własny obiektu poruszającego się w dowolny sposób względem inercyjnego układu odniesienia z czasem współrzędnościowym związanym z tym układem odniesienia.
 - b) Na diagramie czasoprzestrzennym Adama (inercjalny układ odniesienia U) naszkicuj linię świata Ewy oraz osie dwóch inercjalnych układów odniesienia związanych z Ewą podczas jej oddalania się (układ U') i zbliżania się (układ U'') do Ziemi. Załóż, że początki układów U i U' pokrywają się, natomiast współrzędne względem U początku układu U'' należy znaleźć zakładając, że czas współrzędnościowy w układzie U'' jest numerycznie identyczny z czasem własnym Ewy w czasie jej zbliżania się do Ziemi (chwila zerowa czasu własnego Ewy odpowiada momentowi rozpoczęcia podróży).
2. (Paradoks tyczki i stodoły.) Lekka tyczka o długości 20 m leży przy stodoły o długości 15 m. Atletę podnosi tyczkę, odchodzi dość daleko i zaczyna biec w kierunku stodoły z prędkością (względem stodoły) równą $v = 0,8c$. Przyjaciół atlety stoi przy drzwiach stodoły, które są początkowo otwarte.
 - a) Jaką długość tyczki zbliżającej się do stodoły zmierzy przyjaciel?
 - b) Natychmiast po tym, jak biegacz i tyczka znajdą się wewnątrz stodoły, przyjaciel zatrzaskuje drzwi. Po jakim czasie od momentu zatrzaśnięcia drzwi, według przyjaciela, początek tyczki uderzy w tylną ścianę stodoły? Oblicz interwał pomiędzy zdarzeniami zatrzaśnięcia drzwi i uderzenia tyczki w ścianę. Czy jest on przestrzenny, czasowy, czy zerowy?
 - c) Jaka jest długość stodoły w układzie odniesienia związanym z biegaczem?
 - d) Czy biegacz wierzy, że tyczka jest cała wewnątrz stodoły w chwili, gdy początek tyczki uderza w ścianę stodoły?
 - e) Po uderzeniu tyczki w tylną ścianę stodoły tyczka i biegacz przechodzą w stan spoczynku względem stodoły. Z punktu widzenia przyjaciela, 20-metrowa tyczka jest teraz wewnątrz 15-metrowej stodoły, bowiem drzwi stodoły zostały zatrzaśnięte, zanim tyczka została zatrzymana. Jak to jest możliwe? Z punktu widzenia biegacza zderzenie powinno zatrzymać tyczkę przed zatrzaśnięciem drzwi, zatem drzwi nie powinny być w ogóle zatrzaśnięte. Czy drzwi zostały, czy nie zostały zatrzaśnięte z tyczką wewnątrz?

Wskazówki i rozwiązania. 1. a) Adam będzie starszy o 36 lat. 2. a) 12 m; b) 12,5 ns, +210,94 m².