

Fizyka I BC - seria 4

Zad. 1

Na jednym końcu pręta o długości L umieszczone jest źródło światła, a na drugim zwierciadło. Pręt porusza się z prędkością, v w kierunku wyznaczonym przez własną oś, zwierciadłem do przodu, względem układu U obserwatorów. W pewnym momencie źródło światła wysyła bardzo krótki błysk w kierunku zwierciadła. Po jakim czasie, w układzie związanym z prętem, impuls dotrze do zwierciadła i po jakim czasie powróci do źródła? Jakie odstępy czasu zmierzą obserwatorzy w układzie U ?

Zad. 2

Dwie żarówki odległe od siebie w układzie laboratoryjnym o $L = 10$ km wysyłają jednocześnie błysk światła. Błysk ten jest obserwowany z relatywistycznego latającego dywanu poruszającego się z prędkością $v = 3 \cdot 10^7$ m/s w kierunku od jednej żarówki do drugiej. Dywan ten, w momencie kiedy żarówki błysnęły, znajdował się dokładnie w środku między nimi. Czy pojęcie "w środku odległości między.. " jest pojęciem względnym, tzn. czy coś co "jest w środku" w jednym układzie, nie "jest w środku" w innym układzie? Jaki odstęp czasu odnotują, obserwatorzy związani z dywanem? Która z żarówek według nich błysnęła jako pierwsza? Z jaką prędkością powinien poruszać się dywan, aby w jego układzie odniesienia błyski były jednoczesne?

Zad. 3

Po relatywistycznym Dzikim Zachodzie jedzie pociąg o długości $L = 1,8 \cdot 10^6$ km z prędkością, $v = 0,8 c$. Na końcu pociągu stoi szeryf, który strzela z rewolweru w kierunku ruchu w momencie gdy pociąg mija załom skalny, za którym ukryty jest rabuś. Prędkość u pocisku w układzie szeryfa wynosi $0,6 c$. Po jakim czasie mierzonym w układzie szeryfa pocisk doleci do lokomotywy i jaką, drogę pokona? Po jakim czasie mierzonym w układzie rabusia pocisk doleci do lokomotywy i jaką, drogę pokona?

Zad. 4

Oszczep o długości L i pomijalnie małej średnicy leci w kierunku poziomym z prędkością $v_{\parallel} = \sqrt{\frac{3}{4}}c$ oraz w kierunku pionowym z

niewielką, prędkością, v_{\perp} . Leci on nad poziomą płaszczyzną, w której zrobiony jest otwór o długości $(3/4)L$. Prędkości są, tak dobrane, że w pewnej chwili (np. $t = 0$) środek oszczepu i środek otworu powinny się pokryć. Czy oszczep przeleci przez otwór? Jeśli tak, to jaka jest minimalna prędkość opadania umożliwiająca przelot, jeżeli grubość ścian otworu wynosi d ?

Zad. 5

Student przystępuje do egzaminu ze szczególnej teorii względności. Profesor, po wręczeniu tematu, udaje się w podróż ze stałą prędkością, $v = 0,97c$ względem studenta. Odmierzywszy na swoim zegarku jedną, godzinę, wysyła studentowi sygnał świetlny, po odebraniu którego student natychmiast wręcza swą, pracę asystentowi poruszającemu się względem niego z prędkością, $0,99c$. Asystent poprawia zadanie i dogoniwszy profesora wręcza mu poprawioną pracę. Ile czasu miał student (we własnym układzie odniesienia) na rozwiązanie zadania? Ile czasu, w układzie profesora, miał asystent na poprawienie zadania?

6. Mierzone na Ziemi długości fal $\lambda = 656,101$ nm linii H_{α} emitowane z przeciwnych krańców równika słonecznego różnią się o $2\Delta\lambda = 0,0091$ nm. Przyjmując, że przyczyną tej różnicy jest rotacja Słońca, znajdź okres tej rotacji. Promień R Słońca wynosi w przybliżeniu 700 000 km.

Zad. 7

Elektron o energii 2 GeV przelatuje przez komorę o długości 2 m. Jaką długość komory „widzi” elektron. Jaki jest czas przelotu przez komorę wyznaczony w układzie związanym z elektronem. Jaki czas przelotu widzi obserwator z układu Laboratorium.

Zad. 8.

Bombardując protonami folię aluminiową uzyskujemy mezony π^+ , które opuszczają folię z prędkością $\sqrt{0,99}c$. Oblicz jaka część wyprodukowanych mezonów dotrze do detektora umieszczonego w odległości $d = 54$ m od folii, jeżeli $T_{1/2} = 1,8 \cdot 10^{-8}$ s. Porównaj wynik z obliczeniami nierelatywistycznymi.

Zad 9.

W badaniu spektrometrycznym promieniowania pochodzącego z odległej galaktyki zarejestrowano linię o długości fali $\lambda = 730$ nm. Udało się stwierdzić, że ta linia to linia wodoru, która w warunkach laboratoryjnych ma długość fali $\lambda_0 = 487$ nm. Oblicz prędkość i kierunek ruchu galaktyki.

Zad. 10

Dla rozszerzającego się jednorodnie Wszechświata obowiązuje prawo Hubble'a zapisywane jako $v = H_0 \cdot r$, gdzie v – prędkość ucieczki,

H_0 – stała Hubble'a (Przyjmij $H_0 = 70$ km/(s·Mpc)). W jaki sposób stosunek obserwowanej długości fali (λ') do długości fali mierzonej w laboratorium (λ) zależy od odległości r .

Jaka jest wartość (λ'/λ) dla galaktyki w Wielkiej Niedźwiedzicy odległej od nas o 180 Mpc?