

Zestaw 3

Proszę przyjąć, że:

- $c = 300\,000\,000$ m/s – oznacza szybkość światła,
- układ laboratoryjny to układ umownie nieporuszający się (związany np. z obserwatorem na Ziemi),
- układ związany z danym obiektem, to układ, w którym ten obiekt się nie porusza i ma masę i długość spoczynkową,
- czas życia cząstki – to czas (mierzony w układzie związanym z cząstką), trwania cząstki w określonym stanie, po upływie którego następuje jej przemiana (np. rozpad),
- „masa relatywistyczna” – umowna wielkość wyznaczona jako iloraz masy spoczynkowej i pierwiastka z różnicy liczby 1 i kwadratu ilorazu szybkości cząstki w układzie laboratoryjnym oraz szybkości światła.
- „gęstość relatywistyczna” to umowna wielkość wyznaczana w układzie poruszającym się względem jakichś obiektów (np. układzie laboratoryjnym) będąca stosunkiem masy relatywistycznej danego obiektu mierzonej w tym układzie do objętości ciała wyznaczonej w tym układzie.

1. Proszę wyznaczyć średnią szybkość cząstek, których czas życia wynosi $t = 2$ μ s, a które są w stanie przebyć drogę $s = 40$ km (mierzoną w układzie laboratoryjnym).
2. Pewna cząstka, poruszając się z szybkością $v = 0,95c$, przebywa drogę $s = 2$ cm. Proszę znaleźć czas życia tej cząstki.
3. Statek kosmiczny wyruszył z Ziemi z szybkością $v = 0,99c$ w kierunku gwiazdy odległej o $s = 26$ ly (lat świetlnych). Proszę wyznaczyć czas, jaki odmierzą zegary umieszczone na Ziemi od startu do chwili, kiedy na Ziemię dotrze wiadomość ze statku o znalezieniu się w okolicy tej gwiazdy. Proszę także wyznaczyć czas, jaki upłynie w układzie związanym ze statkiem, od momentu wystartowania z Ziemi do momentu osiągnięcia celu podróży.
4. Pręt o masie spoczynkowej m_0 i długości l_0 porusza się tak, że jego długość rejestrowana w układzie laboratoryjnym wynosi $l = 1/3 l_0$. Proszę znaleźć szybkość tego pręta oraz jego „relatywistyczną gęstość”, zakładając, że jego przekrój poprzeczny S jest identyczny w układzie laboratoryjnym oraz układzie związanym z poruszającym się prętem.
5. Proszę rozważyć identyczny pręt, jak w poprzednim zadaniu, z tym, że nachylony pod kątem ostrym α (mierzonym w układzie związanym z prętem) do kierunku ruchu pręta. Proszę znaleźć miarę tego kąta w układzie laboratoryjnym.
6. Dwa obiekty w układzie laboratoryjnym mają prędkości o wartości $v_1 = 0,6c$ i $v_2 = 0,8c$ i poruszają się wzdłuż jednej prostej w przeciwnie strony. Proszę znaleźć szybkość względną cząstek (tj. wartość prędkości, którą ma cząstka 2 w układzie związanym z cząstką 1).
7. Proszę znaleźć energię kinetyczną cząstki (w ujęciu relatywistycznym), jeśli ma ona stały pęd o wartości p . Masa spoczynkowa cząstki wynosi m_0 .
8. Proszę znaleźć wartość pędu cząstki (w ujęciu relatywistycznym), jeśli porusza się ona z taką szybkością, że jej masa m jest $n = 5$ razy większa od jej masy spoczynkowej.

9. Relatywistyczna energia kinetyczna cząstki jest $n = 10$ razy większa od jej energii spoczynkowej. Proszę odnaleźć wartość prędkości tej cząstki.