

Praca domowa 6

Fizyka, semestr zimowy 2020/21

- 1) **(3.5p.)** Załóżmy, że promień kosmiczny zderza się z jądrami atomów w górnych partiach atmosfery ziemskiej i tak tworzy się mion poruszający się z prędkością $v = 0.95c$. Poruszając się tą prędkością jednostajnie w swoim układzie odniesienia (możesz wyobrazić sobie to jako wewnętrzny zegar mionu) żyje (istnieje zanim ulegnie rozpadowi) $1.52 \mu s$. Ile wynosi czas życia mionu dla obserwatora z Ziemi (w jego układzie odniesienia)?

Skoro jest to wewnętrzny zegar mionu to jego czas własny $t_0 = 1.52 \mu s$. Tym samym dla obserwatora na Ziemi ten czas wyniesie $t = \gamma t_0$.

Odpowiedź:

- 1) Znamy t_0 , oraz v
2) Szukamy t .

$$t = \gamma t_0 = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1.52}{\sqrt{1 - \frac{0.95^2 c^2}{c^2}}} = \frac{1.52}{\sqrt{1 - 0.95^2}} = 4.87 \mu s$$

Odpowiedź: Przy prędkości stanowiącej 95% prędkości światła ($\gamma=3.2$) efekty relatywistyczne są znaczące, dlatego też czas życia mionu dla obserwatora z Ziemi jest ponad 3 razy dłuższy.

- 2) **(3.5p.)** Cząstka przemieszcza się przez atmosferę ziemską z prędkością $0.75 c$. Dla obserwatora z Ziemi, odległość, jaką pokonuje, wynosi 2.5 km . Jaką odległość pokona cząstka w jej własnym układzie odniesienia (tzn. cząstki)?

Długość własna L_0 to odległość między dwoma punktami mierzona przez obserwatora będącego w spoczynku względem obu tych punktów. Obserwator na Ziemi jest nieruchomy, więc dokona pomiaru L_0 , ponieważ punkty, w których cząstka wpada do atmosfery a na koniec rozpada się (kończy żywot) są nieruchome. Z perspektywy cząstki Ziemia, powietrze i chmury się przemieszczają, a więc odległość L , która zostaje zmierzona w układzie odniesienia związanym z cząstką, nie jest długością własną tego zdarzenia - ulega skróceniu (tę właśnie długość należy obliczyć).

Odpowiedź:

- 1) Znamy L_0 , oraz v .
2) Szukamy L

$$L = \frac{L_0}{\gamma} = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 2.5 \sqrt{1 - \frac{0.75^2 c^2}{c^2}} = 1.65 \text{ km}$$

Odpowiedź: W układzie odniesienia cząstki pokona ona odległość 1.65 km .

- 3) **(3p.)** Jaki jest pęd elektronu poruszającego się z prędkością $0.985c$? Masa spoczynkowa elektronu wynosi $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

$$p = \gamma m_0 v = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9.11 \times 10^{-31} * 0.985 * 3 \times 10^8}{\sqrt{1 - \frac{(0.985c)^2}{c^2}}} \\ = 1.56 \times 10^{-21} \frac{\text{kg} * \text{m}}{\text{s}}$$

*Odpowiedź: Pęd elektronu wyniesie $1.56 \times 10^{-21} \frac{\text{kg} * \text{m}}{\text{s}}$.*

Sylwia Majchrowska
27.11.2020r.