Skrócenie długości

Co to jest kontrakcja?

Z Teorii Względności wynika, że zmierzona długość przedmiotu zależy od układu odniesienia, w którym jest mierzona.

Jeśli L_0 oznacza długość przedmiotu w układzie, w którym on spoczywa, a **L** jego długość w układzie, w którym porusza się on z prędkością **v** to zachodzi związek:

(1) $$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

Ponieważ ruch jest pojęciem względnym, to również pomiar długości jest pojęciem względnym.

Dowody doświadczalne

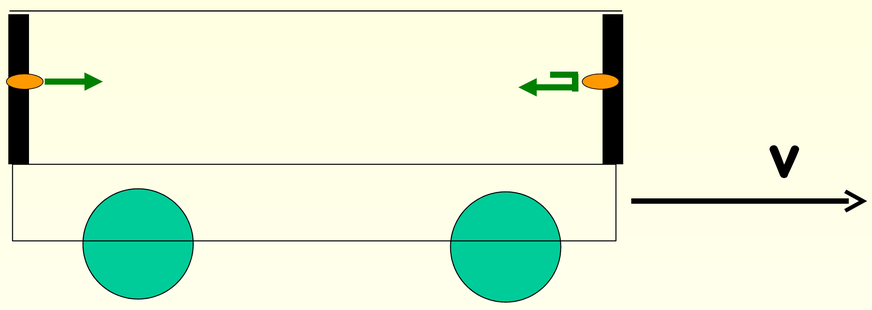
Na plakacie o dylatacji czasu wytłumaczono dlaczego miony docierają do Ziemi choć mają zbyt krótki czas życia. W układzie związanym z Ziemią jest to spowodowane dylatacją czasu.

Można jednak to zjawisko wytłumaczyć również patrząc z układu odniesienia poruszającej się cząstki. Zgodnie z zasadą względności ruchu w tym układzie atmosfera Ziemi porusza się z prędkością ok. **99,3%** prędkości światła względem spoczywającej cząstki i tym samym, ze względu na skrócenie długości, jest **30 razy** cieńszą warstwą. W ciągu **2** μ**s** (czas życia mionu) cała atmosfera zdąży przesunąć się względem cząstki i powierzchnia Ziemi dotrze do mionu.

Przelot światła z odbiciem

(eksperyment myślowy)

Wyobraźmy sobie, że w pociągu wysyłany jest sygnał świetlny z jednego końca, odbija się od lustra na przeciwnej ścianie i wraca do nadajnika (rysunek).



Wg pasażera jadącego pociągiem światło pokonało dystans $2\cdot L_0$ w pewnym czasie Δ**T**. Ponieważ światło porusza się z prędkością **c** to mamy:

$$2\cdot L_0 = c\cdot\Delta T$$

Osoba stojąca na peronie musi uwzględnić ruch pociągu. Gdy światło "goni" pociąg mamy:

$$L + v\cdot\Delta t_1 = c\cdot\Delta t_1 = c\frac{L}{c-v}$$

Gdy światło wraca mamy natomiast:

$$L - v\cdot\Delta t_2 = c\cdot\Delta t_2 = c\frac{L}{c+v}$$

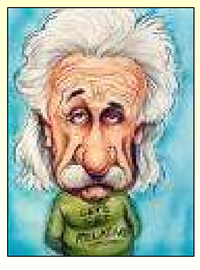
Odejmując drugie równanie od pierwszego dostajemy:

$$v\cdot(\Delta t_1+\Delta t_2) = cL\cdot\left(\frac{1}{c-v}-\frac{1}{c+v}\right)$$

Co po uwzględnieniu wzoru na dylatację czasu:

$$\Delta t_1+\Delta t_2 = \frac{\Delta T}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{2L_0}{c\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

i uporządkowaniu daje wzór (1).



Centrum Fizyki Teoretycznej PAN

PUNKT RELATYWISTYCZNY

IX Piknik Naukowy, 4 czerwca 2005 r.