

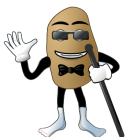
Szczególna Teoria Względności

Maciej J. Mrowiński

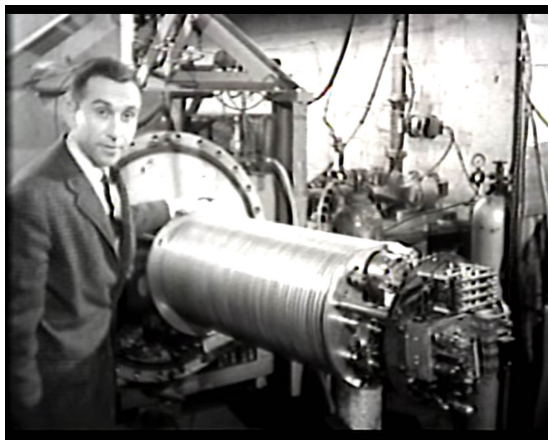
mrow@if.pw.edu.pl

Wydział Fizyki
Politechnika Warszawska

22 stycznia 2017

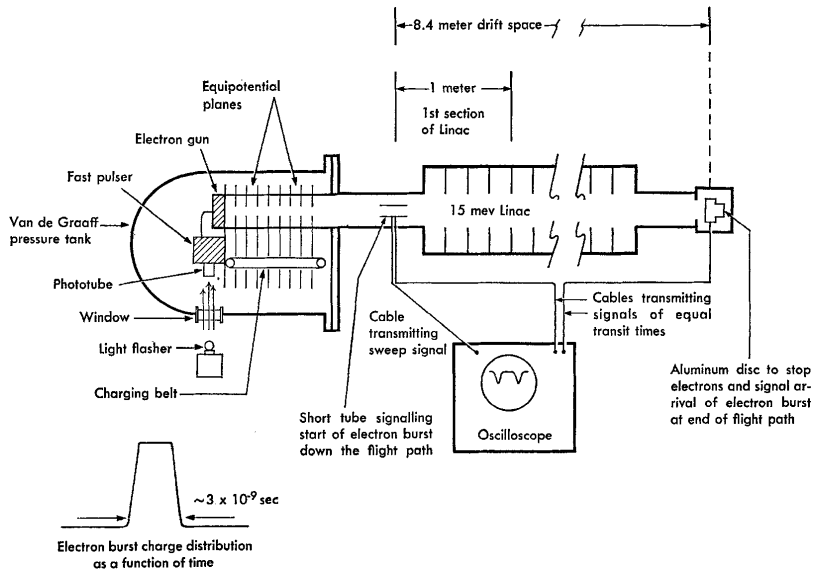


The Ultimate Speed - An Exploration with High Energy Electrons

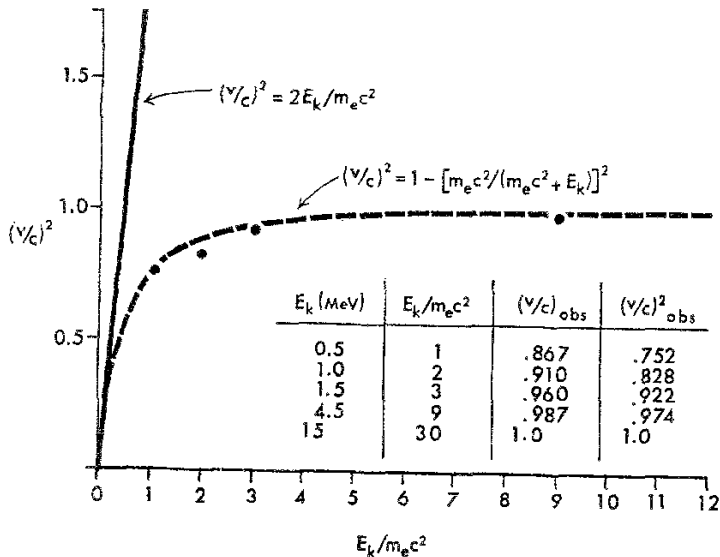


(źródło: www.youtube.com/watch?v=B0BOpiMQXQA)

The Ultimate Speed - An Exploration with High Energy Electrons



The Ultimate Speed - An Exploration with High Energy Electrons



Nowe zależności relatywistyczne

- równoważność masy i energii

$$E = mc^2$$

- masa relatywistyczna

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

gdzie m_0 to masa spoczynkowa

- energia kinetyczna

$$K = E - m_0c^2$$

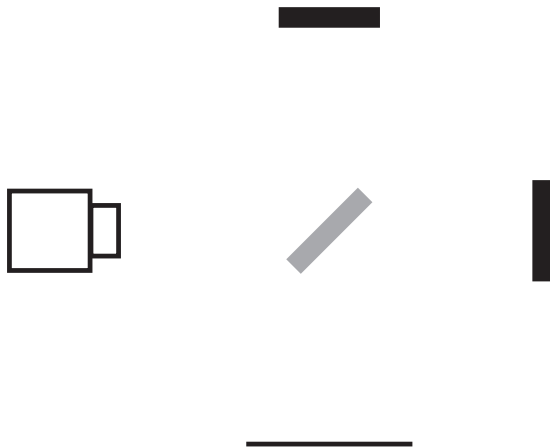
- pęd

$$p = \frac{m_0v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

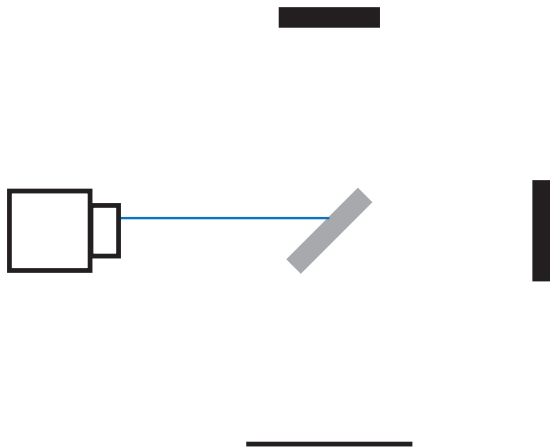
- zależność między pędem a energią

$$E^2 = (pc)^2 + (m_0c^2)^2$$

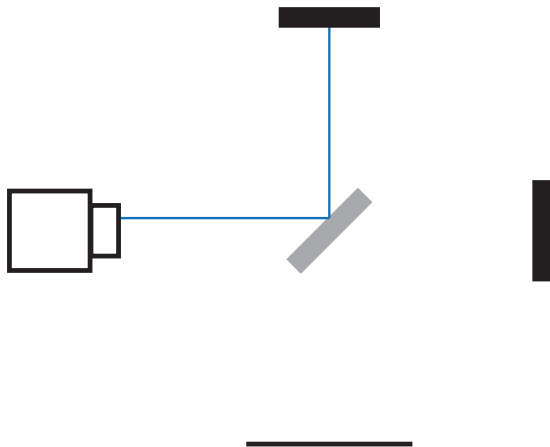
Doświadczenie Michelsona-Morleya



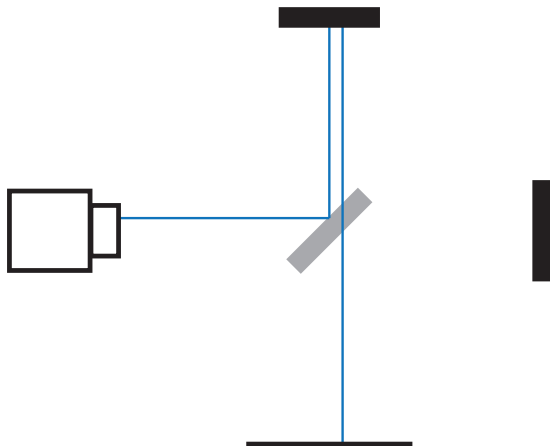
Doświadczenie Michelsona-Morleya



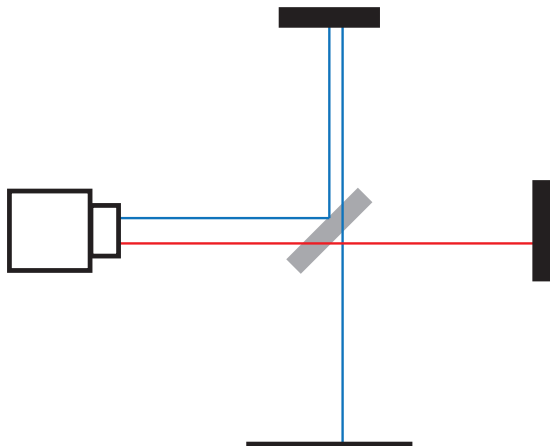
Doświadczenie Michelsona-Morleya



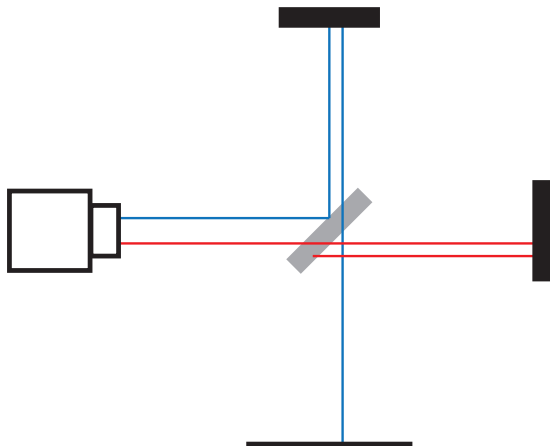
Doświadczenie Michelsona-Morleya



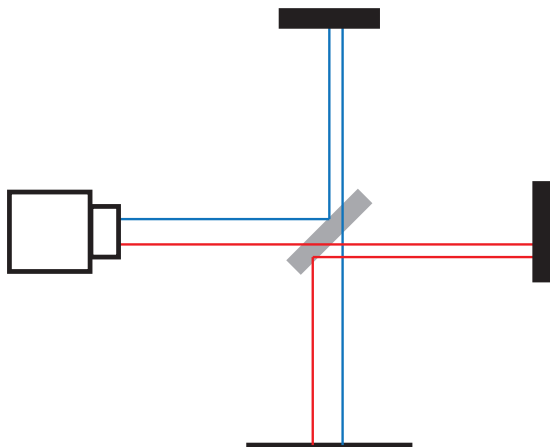
Doświadczenie Michelsona-Morleya



Doświadczenie Michelsona-Morleya



Doświadczenie Michelsona-Morleya

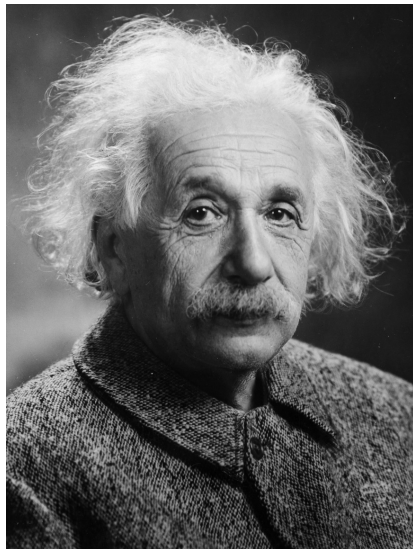


Postulat I

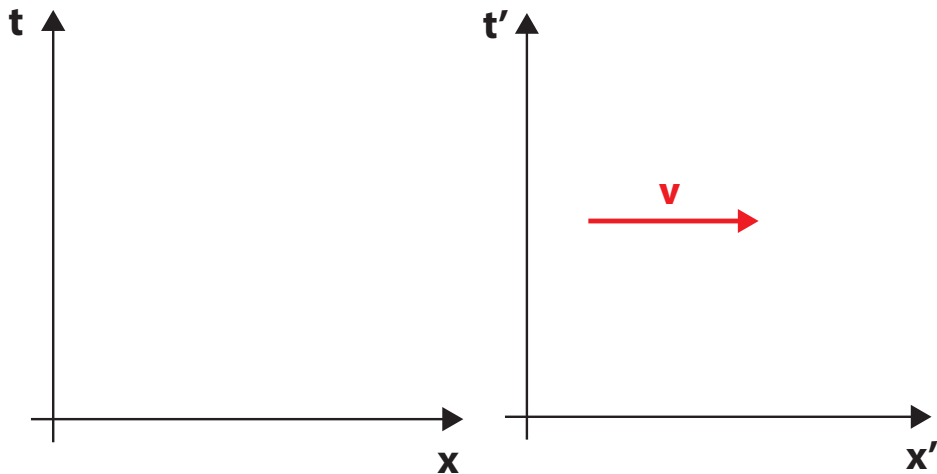
Wszystkie układy inercjalne są równoważne pod względem obowiązujących w nich praw fizyki.

Postulat II

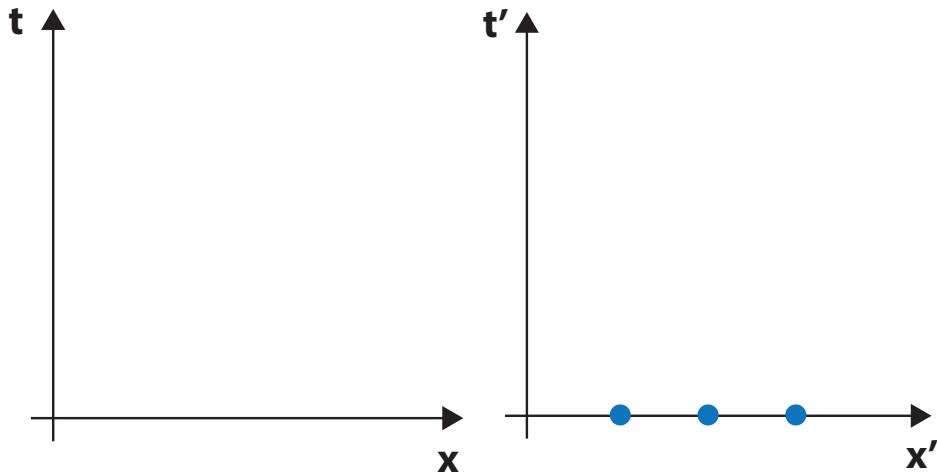
Prędkość światła w próżni ma dla każdego obserwatora wartość c .



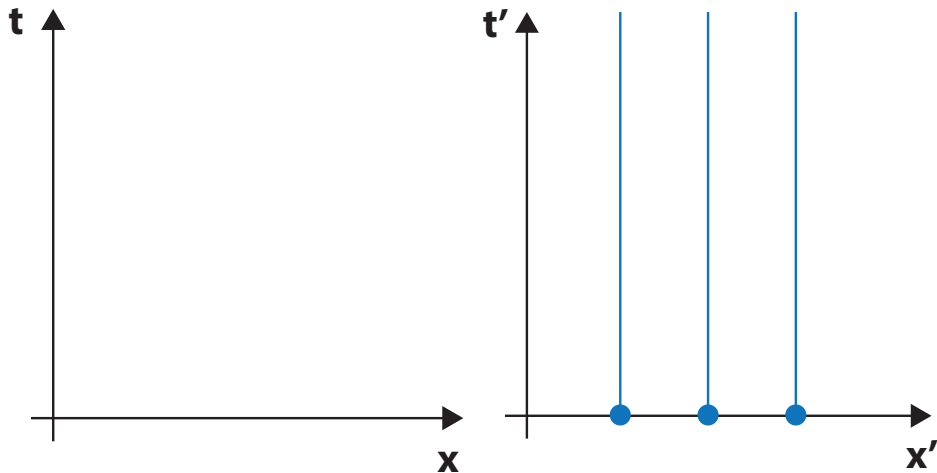
Równoczesność zdarzeń



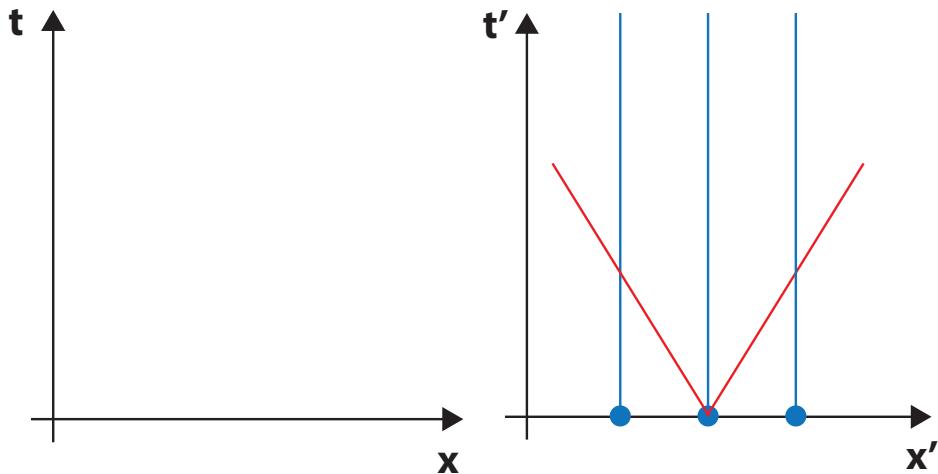
Równoczesność zdarzeń



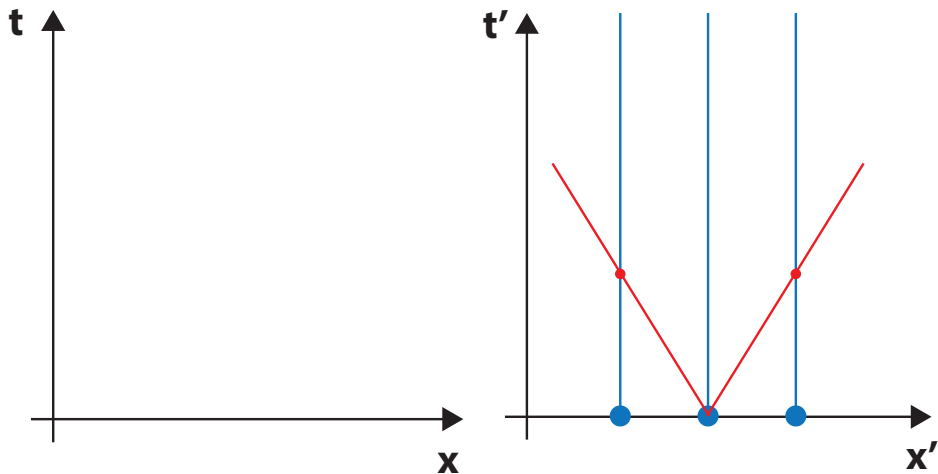
Równoczesność zdarzeń



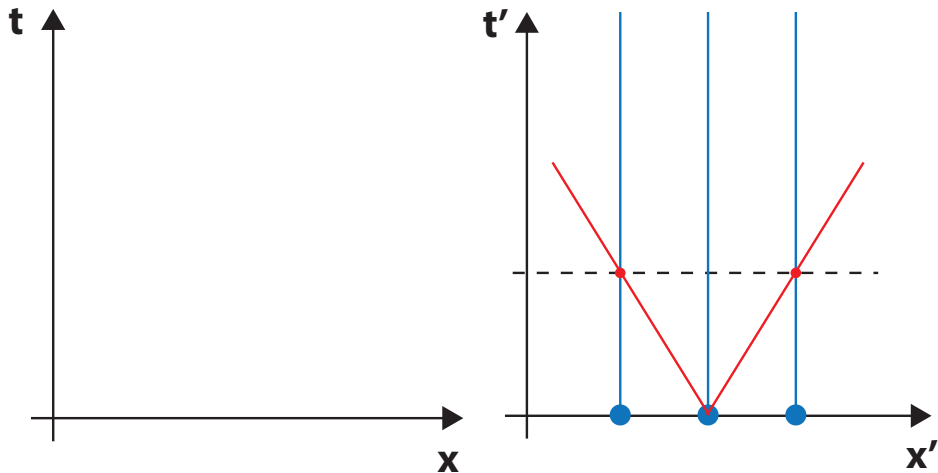
Równoczesność zdarzeń



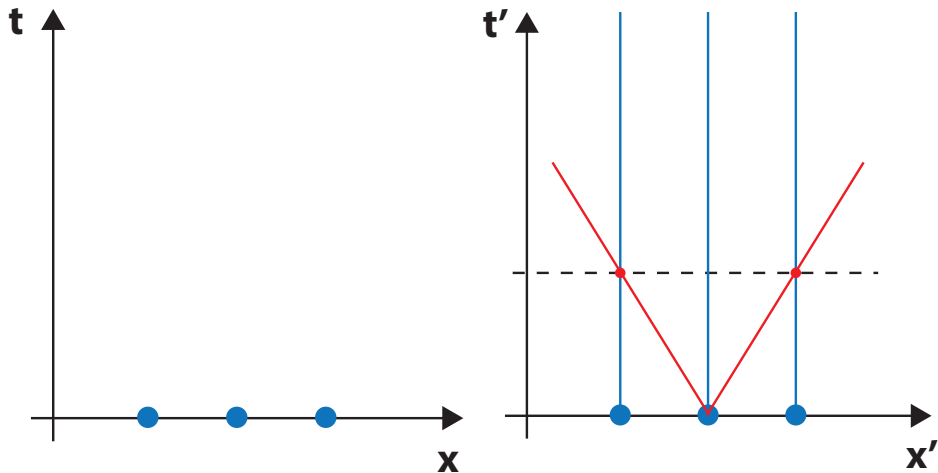
Równoczesność zdarzeń



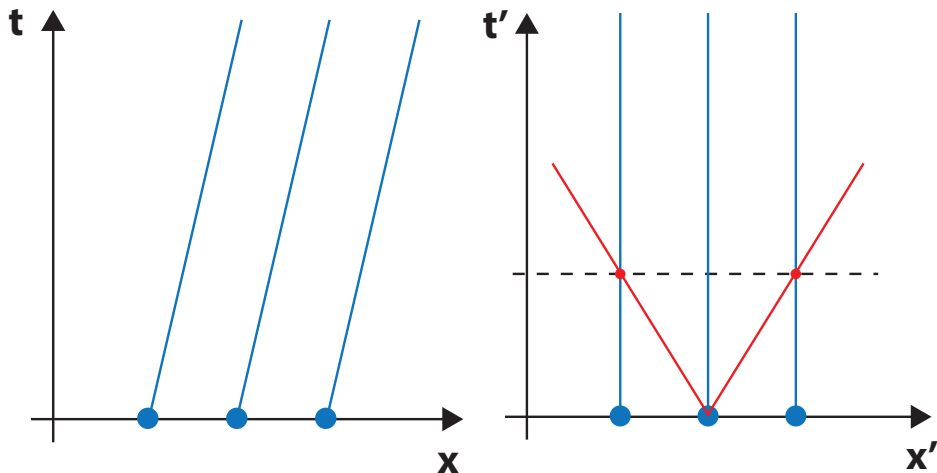
Równoczesność zdarzeń



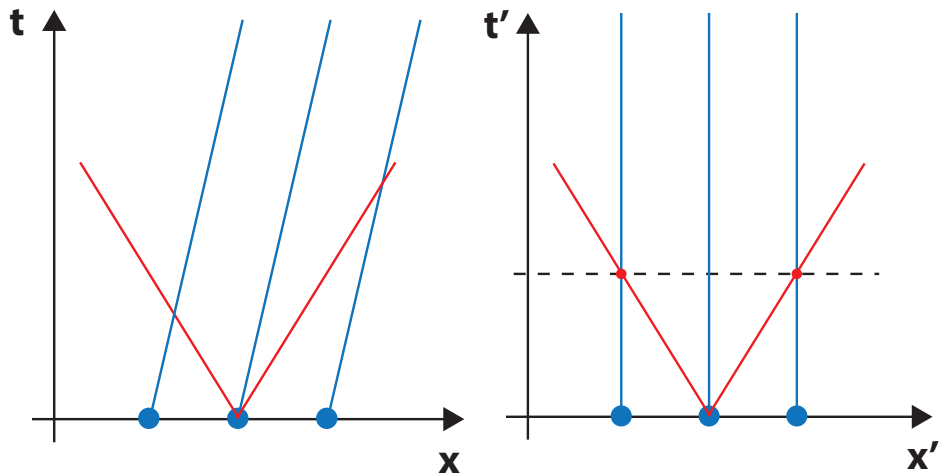
Równoczesność zdarzeń



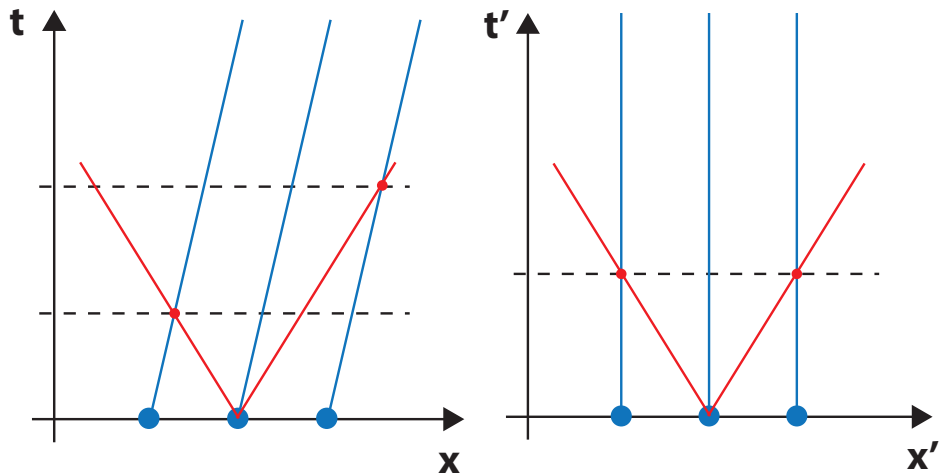
Równoczesność zdarzeń



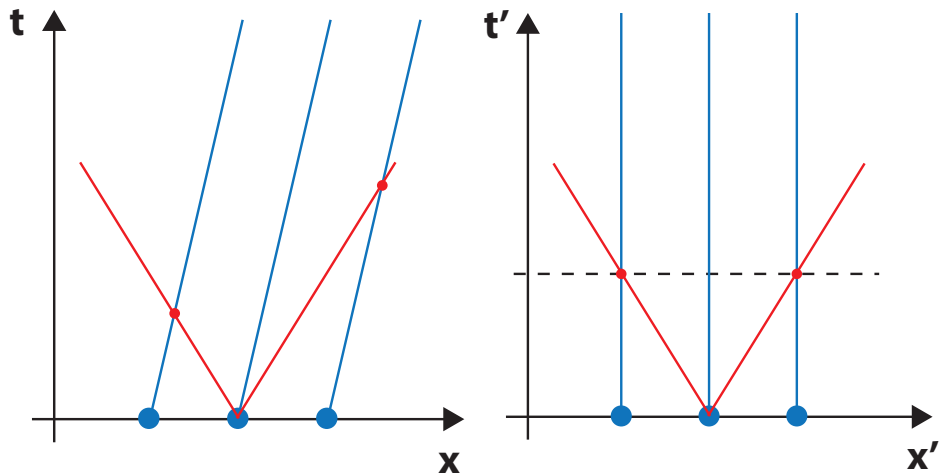
Równoczesność zdarzeń



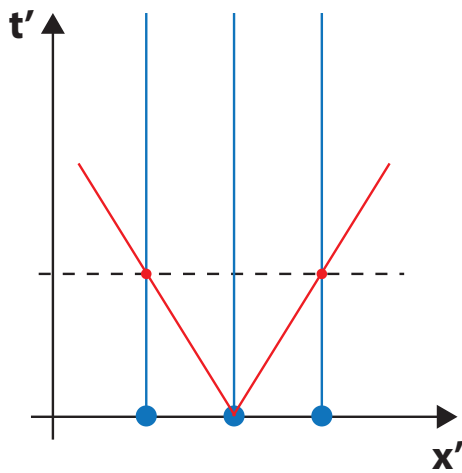
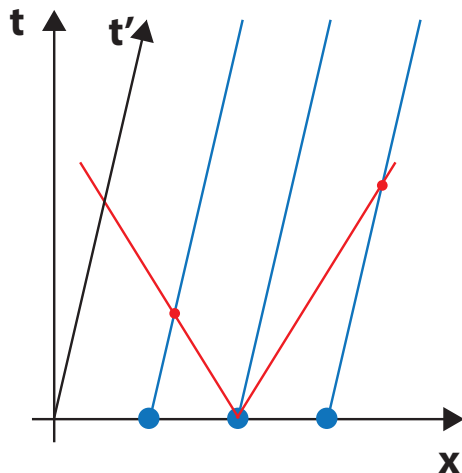
Równoczesność zdarzeń



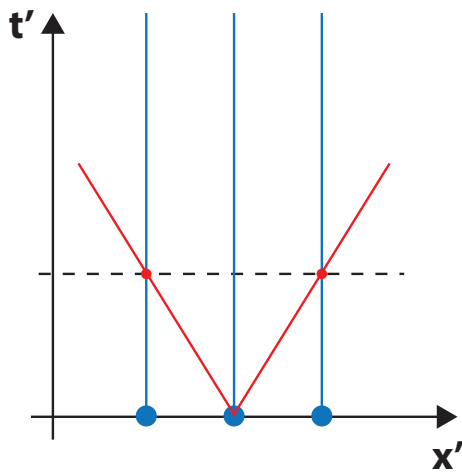
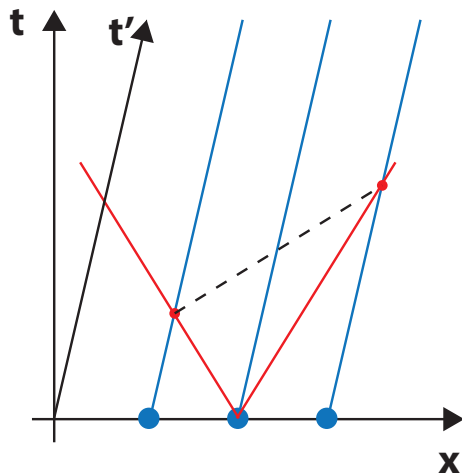
Równoczesność zdarzeń



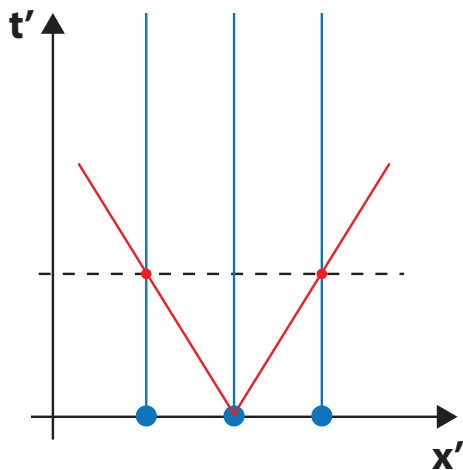
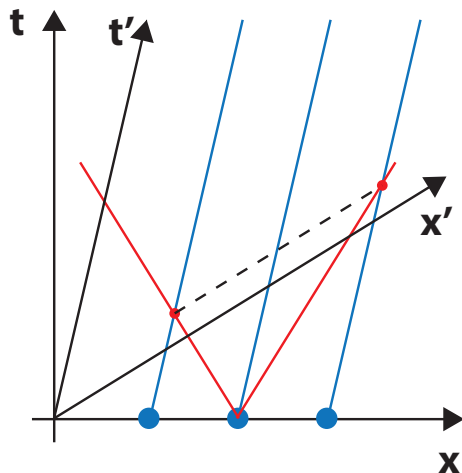
Równoczesność zdarzeń



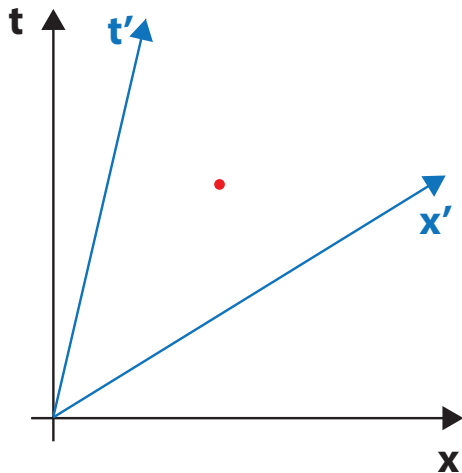
Równoczesność zdarzeń



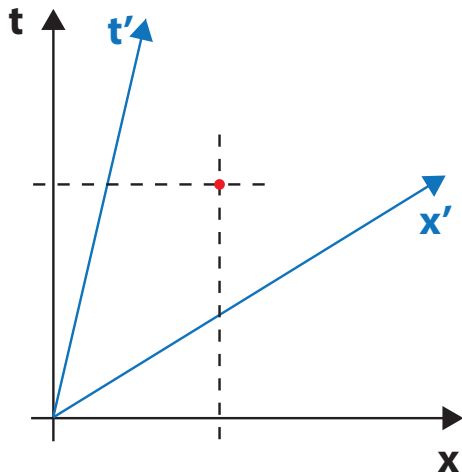
Równoczesność zdarzeń



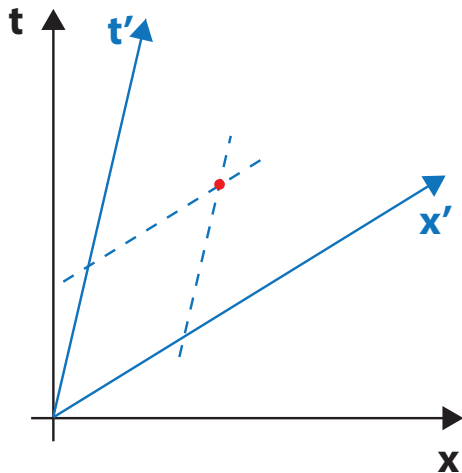
Transformacja Lorentza



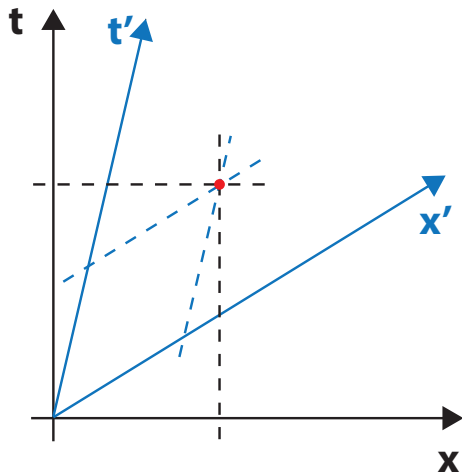
Transformacja Lorentza



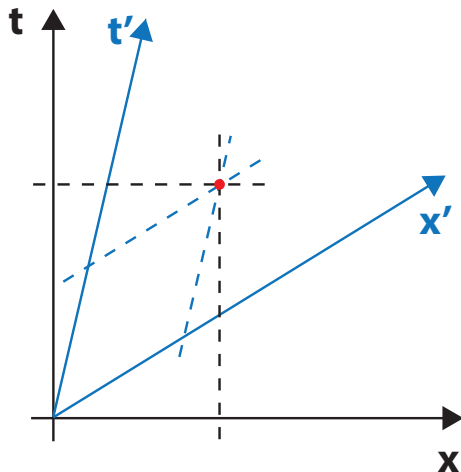
Transformacja Lorentza



Transformacja Lorentza



Transformacja Lorentza



Przejście $x \rightarrow x'$

$$x' = \gamma(x - vt)$$

$$y' = y$$

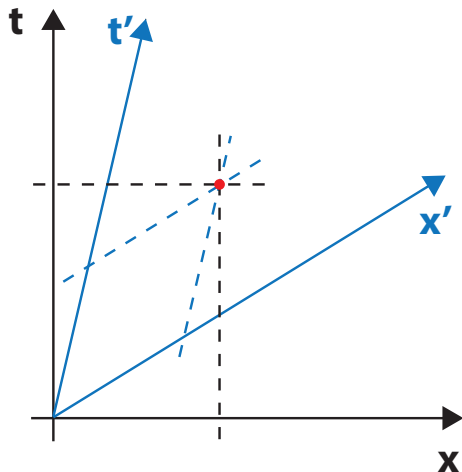
$$z' = z$$

$$t' = \gamma \left(t - \frac{vx}{c^2} \right)$$

gdzie

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Transformacja Lorentza



Przejsie $x' \rightarrow x$

$$x = \gamma(x' + vt')$$

$$y = y'$$

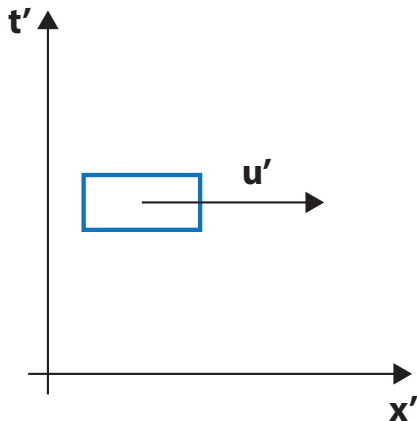
$$z = z'$$

$$t = \gamma \left(t' + \frac{vx'}{c^2} \right)$$

gdzie

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Składanie prędkości



$$u = \frac{dx}{dt} = \frac{u' + v}{1 + \frac{vu'}{c^2}}$$

$$u' = \frac{dx'}{dt'} = \frac{u - v}{1 - \frac{vu}{c^2}}$$

gdzie u to prędkość ciała względem układu nieprimowanego, a u' to prędkość względem primowanego (poruszającego się).

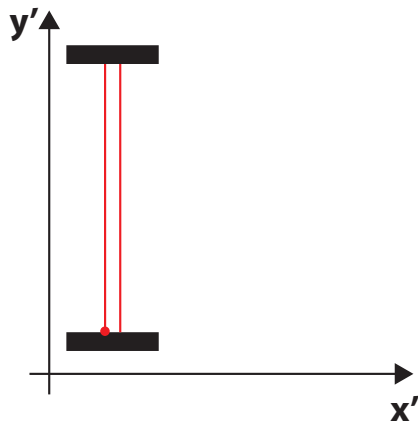


$$\Delta t = \gamma \Delta t'$$

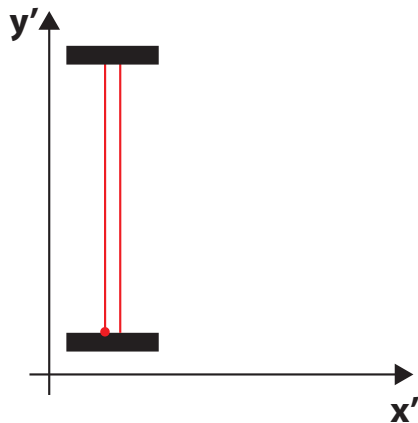
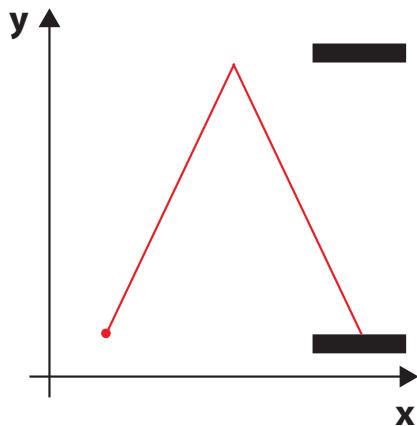
gdzie $\Delta t'$ to czas zmierzony w układzie poruszającym się, a Δt to czas zmierzony w układzie, względem którego "primowany" układ porusza się.

Potocznie mówiąc: poruszające się zegary działają wolniej.

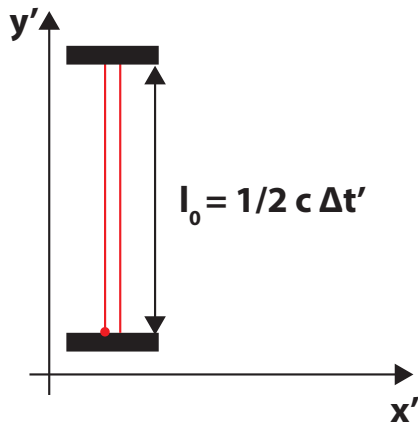
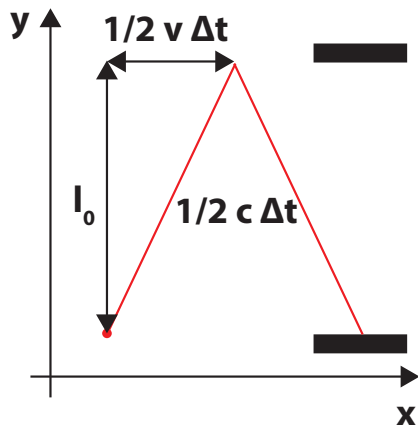
Dylatacja czasu



Dylatacja czasu

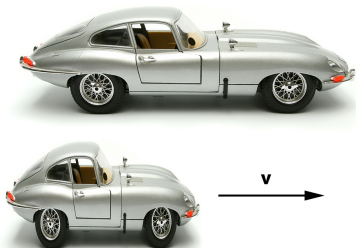


Dylatacja czasu



$$\Delta l' = \gamma \Delta l$$

gdzie $\Delta l'$ to długość zmierzona w układzie poruszającym się, a Δl to długość zmierzona w układzie, względem którego "primowany" układ porusza się.



Potocznie mówiąc: poruszające się ciała ulegają skróceniu w kierunku ruchu.