

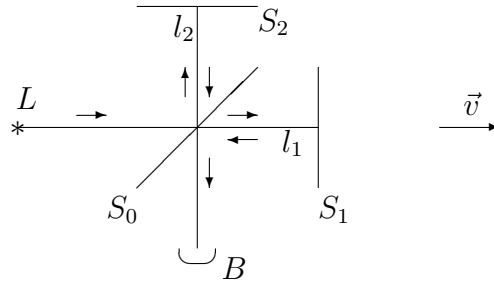
Übungen zur Vorlesung „Theoretische Physik 3“

Blatt 10 5.1.2011 WS 10/11

26. Michelson-Versuch

3 Punkte

Man diskutiere den Michelson-Versuch:



unter der Annahme, daß das Relativitätsprinzip von Galilei gilt und der Apparat sich mit der Geschwindigkeit \vec{v} bewegt gegenüber dem Bezugssystem, in dem die Lichtgeschwindigkeit $= c$ ist.

Anleitung: Man bestimme die Laufzeiten einer Lichtwelle für die Wege $L \rightarrow S_0 \rightarrow S_1 \rightarrow S_0 \rightarrow B$ und $L \rightarrow S_0 \rightarrow S_2 \rightarrow S_0 \rightarrow B$ und für die selben Wege nach einer Drehung des Apparates um 90° .

27. Maßstäbe und Uhren

3 Punkte

Man bestimme die Lorentz-Kontraktion eines Maßstabes und die Zeitdilatation aus den Lorentztransformationen.

Abgabetermin: Mi den 12.1. 2011 in der Vorlesung

Siehe auch: <http://users.physik.fu-berlin.de/~kamecke/lehre.html>

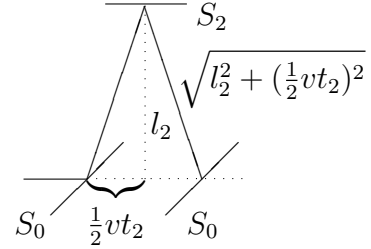
Anleitung zur Lösung

26. Michelson-Versuch

$$t_1 = t(S_0 \rightarrow S_1 \rightarrow S_0) = \frac{l_1}{c-v} + \frac{l_1}{c+v} = \frac{2l_1 c}{c^2 - v^2} = \frac{2l_1}{c} \frac{1}{1 - \beta^2}, \text{ mit } \beta = \frac{v}{c}$$

$$t_2 = t(S_0 \rightarrow S_2 \rightarrow S_0) = \frac{2\sqrt{l_2^2 + \frac{1}{4}v^2 t_2^2}}{c} \Rightarrow t_2 = \frac{2l_2}{c\sqrt{1 - \beta^2}}$$

Nach Drehung um $90^\circ \Rightarrow t'_1 = \frac{2l_1}{c\sqrt{1 - \beta^2}}, t'_2 = \frac{2l_2}{c} \frac{1}{1 - \beta^2}$



Zeitdifferenz:

$$(t'_2 - t'_1) - (t_2 - t_1) = \frac{2}{c} \left(\left(\frac{l_2}{1 - \beta^2} - \frac{l_1}{\sqrt{1 - \beta^2}} \right) - \left(\frac{l_2}{\sqrt{1 - \beta^2}} - \frac{l_1}{1 - \beta^2} \right) \right) \approx \frac{1}{c} (l_2 + l_1) \left(\frac{v}{c} \right)^2$$

27. Maßstäbe und Uhren

Ein Stab AB ruhe in Σ' mit A bei O' und B bei $x' = l'$: Betrachte 2 Ereignisse zur Zeit $t = 0$

1. Punkt A $x_A^\mu = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, x_A'^\mu = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ 2. Punkt B $x_B^\mu = \begin{pmatrix} 0 \\ l \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, x_B'^\mu = \begin{pmatrix} ct' \\ l' \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

$$x' = \gamma(x - vt) \Rightarrow l' = \gamma l = \frac{l}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} > l$$

Eine Uhr ruhe in Σ' bei O' : Betrachte 2 Ereignisse bei $x' = 0$

1. Uhr zeigt $t' = 0$ $x_0^\mu = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, x_0'^\mu = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ 2. Uhr zeigt $t' = T'$ $x_T^\mu = \begin{pmatrix} cT \\ x \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, x_T'^\mu = \begin{pmatrix} cT' \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

$$t = \gamma \left(t' + \frac{v}{c^2} x' \right) \Rightarrow T = \gamma T' = \frac{T'}{\sqrt{1 - v_0^2/c^2}} > T'$$