

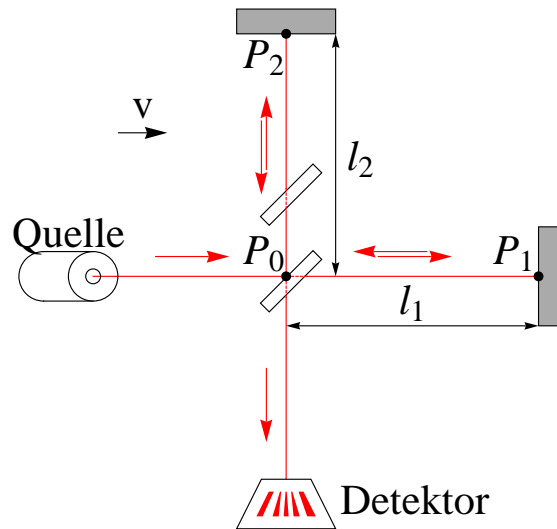
Klassische Theoretische Physik II

Priv.-Doz. Dr. R. Bulla, E. Gärtner

WS 2010/11

Blatt III: Abgabetermin: Dienstag, 02.11.2010, 10:00 Uhr im Foyer

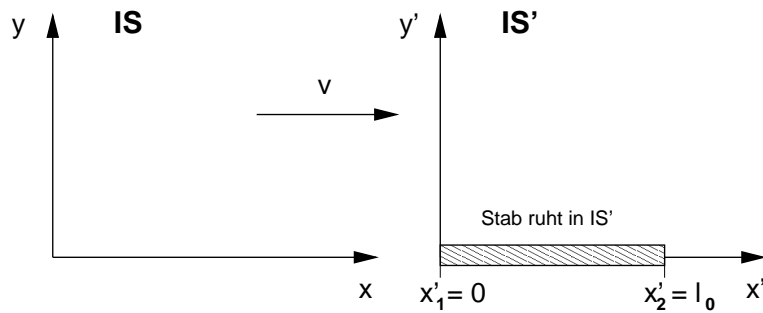
Aufgabe 9: Wo bitte gehts zum Äther?



Ein guter Freund von Ihnen hat die Theorie aufgestellt, dass sich das Licht in einem Medium, dem sog. Äther ausbreitet. Zusammen mit Ihrem Freund entwerfen Sie ein Experiment, um die Bewegung des Äthers zu vermessen. Um die Materialbeschaffung und den experimentellen Aufbau will er sich kümmern, Sie dagegen sagen zu, die theoretischen Grundlagen auszuformulieren. Unter der Annahme der Gültigkeit der Galilei-Transformationen wollen Sie die Geschwindigkeit v , mit der sich der Äther relativ zu dem Versuchsaufbau in positive x -Richtung bewegt bestimmen (siehe Skizze). Bestimmen Sie zunächst die Laufzeitdifferenz $\Delta t = t_2 - t_1$ der Lichtstrahlen für die verschiedenen Strecken $\overline{P_0P_1P_0}$ bzw. $\overline{P_0P_2P_0}$. Die Strecken, die die verschiedenen Strahlen durch die Prismen laufen sind durch die Versuchsanordnung identisch. Die Laufzeitdifferenz zeigt sich in dem Interferenzbild, das man am Detektor misst. Dreht man nun die Versuchsanordnung um 90° gegen den Uhrzeigersinn und führt das Experiment erneut aus, so sollte sich bei endlichem v die Laufzeitdifferenz und somit das Interferenzbild ändern. Bestimmen Sie $\Delta t' = t'_2 - t'_1$ für den gedrehten Aufbau und geben Sie danach die Differenz $\tau = \Delta t' - \Delta t$ an. Sie nehmen an, dass die Geschwindigkeit v des Äthers in etwa die der mittleren Bahngeschwindigkeit der Erde ($\approx 3 \cdot 10^4 \frac{m}{s}$) sein sollte. Entwickeln Sie den Ausdruck τ für kleine Geschwindigkeiten $v \ll c$, rahmen Sie diese Formel ein und geben Sie ihr einen angemessenen Namen.

(6 Punkte)

Aufgabe 10: Lorentztransformation I



Im System IS' befinde sich ein ruhender Stab auf der x' -Achse mit der Länge l_0 (also $y' = z' = 0$). Die Koordinaten des Stabanfangs und -endes seien $x'_1 = 0, x'_2 = l_0$. IS' bewegt sich in der $+x$ -Richtung mit der Geschwindigkeit v . Am Stabanfang und -ende werden Lichtpulse zur IS' -Zeit $t'_n = n\Delta t$, $n = 0, 1, 2, \dots$ ausgesandt, welches Ereignisse in IS' definiert.

- Wie lauten die Koordinaten dieser Ereignisse in IS' und IS .
- Die Lichtpulse breiten sich in IS als Kugelwellen aus. Berechnen Sie die Koordinaten der Wellenfronten dieser Kugelwellen in IS .

(6 Punkte)

Aufgabe 11: Lorentztransformation II

Gegeben seien zwei Ereignisse mit den Koordinaten in IS :

$$E_1 = (0, 0, 0, 0) \quad \text{und} \quad E_2 = (c\Delta T, 0, l, l) .$$

Das Inertialsystem IS' bewegt sich relativ zu IS mit der Geschwindigkeit v in $+x$ -Richtung. Die Koordinaten der beiden Ereignisse in IS' sind:

$$E'_1 = \left(\frac{1}{\sqrt{3}}c\Delta T, l, l, 0 \right) \quad \text{und} \quad E'_2 = \left(\sqrt{3}c\Delta T, -\frac{1}{\sqrt{3}}c\Delta T + l, 2l, l \right) .$$

Die Koordinaten in IS und IS' sind durch die inhomogene Lorentztransformation

$$x' = \Lambda x + b$$

verknüpft.

- Bestimmen Sie aus diesen Angaben die Inhomogenität b , die Relativgeschwindigkeit v und die Transformationsmatrix Λ .
- Für $\Delta T > 0$ geschieht das Ereignis E_2 in IS *nach* E_1 . Gibt es ein Inertialsystem IS'' in dem sich diese zeitliche Reihenfolge umkehrt? Begründen Sie Ihre Antwort.
- Die Koordinaten des Ereignisses E_3 in IS sind: $E_3 = (\frac{1}{2}c\Delta T, a, 0, 0)$. Für welche Werte von a geschieht dieses Ereignis in IS' (dem Inertialsystem aus Teilaufgabe a)) gleichzeitig zu E'_1 ?

(8 Punkte)