

49. **Zeitdilatation**

Betrachten Sie zwei im Abstand  $l$  gegenüberliegende Spiegel. Eine Lichtquelle die an einem der Spiegel angebracht ist sendet einen kurzen Lichtstrahl aus, der am anderen Spiegel reflektiert wird. Zwei Beobachter messen die Zeit, die der Lichtstrahl braucht um wieder am aussendenden Spiegel anzukommen. Für den einen Beobachter bewegen sich die Spiegel mit der Geschwindigkeit  $v$ , für den anderen stehen die Spiegel still. In welchem Verhältnis stehen die Zeiten zueinander?

50. **Längenkontraktion**

Ein Kobold sitzt bewaffnet mit Taschenlampe und Stoppuhr am linken Ende eines Stabs an dessen rechten Ende sich ein Spiegel befindet. Er schaltet die Taschenlampe ein und startet gleichzeitig die Uhr. Als er den reflektierten Strahl sieht, zeigt die Uhr an, dass die Zeit  $t$  verstrichen ist.

Sie bewegen sich nun mit der konstanten Geschwindigkeit  $v$  von links nach rechts an dieser seltsamen Szenerie vorbei und messen auch die Zeit zwischen einschalten der Taschenlampe und erleuchten des Kobolds. Ihre Uhr zeigt natürlich  $\gamma t$  an (siehe obiges Beispiel). Wieviel kürzer als dem Kobold erscheint ihnen der Stab?

51. **Transformationsverhalten ebener Wellen und Dopplereffekt**

Bestimmen sie das Transformationsverhalten einer ebenen Welle

$$\phi(\mathbf{r}, t) = e^{i(\mathbf{k}\mathbf{r} - \omega t)}$$

wobei durch die Wellengleichung  $|\mathbf{k}| = \frac{\omega}{c}$  festgelegt ist ( $c$  ist die Lichtgeschwindigkeit).

Aus dem Transformationsverhalten der Frequenz  $f = \frac{\omega}{2\pi}$  kann man bei einer Welle die sich parallel zur Relativgeschwindigkeit ausbreitet den relativistischen Dopplereffekt bestimmen. Wie sieht dieser Spezialfall aus?

Hinweis: Die Phase muss in allen Bezugssystemen gleich sein, also  $\mathbf{k}\mathbf{r} - \omega t = \mathbf{k}'\mathbf{r}' - \omega't'$ .

52. **Dirac-Kamm**

Zeigen Sie, dass die Fouriertransformation eines (eindimensionalen) Dirac-Kamms wieder ein Dirac-Kamm ist, bestimmen Sie also

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx e^{ikx} \left[ \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(x - na) \right] .$$