

Grundlagen der Physik I Wintersemester 2003 \ 2004
Blatt 13, Besprechung am 26. & 30. Januar

1. *Dopplereffekt I:*

Gegeben ist ein eindimensionales Bezugssystem S . In diesem System ist eine Welle gegeben durch $A(x, t) = A_0 \sin 2\pi\nu(t - x/c)$, wobei A_0 die Amplitude, ν die Frequenz und c die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle ist.

Transformieren Sie diese Welle per Galilei-Transformation in ein Bezugssystem S' , daß mit der konstanten Geschwindigkeit v bezüglich S bewegt ist. Zeigen Sie, daß sich $\nu' = \nu(1 - v/c)$ ergibt, und berechnen Sie c' . Berechnen Sie wie groß v bei einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von $c = 330\text{m/s}$ sein muß, damit man einen eine Oktave höheren bzw. tieferen Ton in S' hört.

2. *Dopplereffekt II:*

Berechnen Sie unter den gleichen Bedingungen die Dopplerverschiebung ν' und die Ausbreitungsgeschwindigkeit c' , wenn Sie nun die Lorentz-Transformation benutzen (Dopplereffekt für Wellen mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts).

3. Wie schnell müsten Sie sich auf eine rote Ampel zubewegen, damit Sie ein grünes Licht sehen? Schlagen Sie die Frequenzen der Farben nach!

4. *Konsistenz der Physik I:*

Zeigen Sie, daß sich die Formel für den Dopplereffekt aus Aufgabe 2. durch Näherung auf die Formel aus Aufgabe 1. reduziert. Wie groß ist der Unterschied zwischen beiden Formeln, wenn $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ und $v = 10^1\text{m/s}, 10^3\text{m/s}, 10^5\text{m/s}$ groß ist?

5. Das Additionstheorem für Geschwindigkeiten ist auf Tachyonen anzuwenden, also auf Teilchen, die sich in einem Bezugssystem mit Überlichtgeschwindigkeit bewegen. Wie schnell sind diese Teilchen, wenn von einem anderem System aus gemessen wird, das sich bezüglich des ersten mit einer Geschwindigkeit $v < c$ bewegt.

6. Bei welcher Geschwindigkeit sind Teilchen die doppelte Ruhemasse schwer?

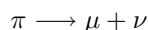
7. Leiten Sie den relativistischen Zusammenhang zwischen der Gesamtenergie E und dem Impuls p :

$$E = \sqrt{m_0^2 c^4 + c^2 p^2} \text{ her .}$$

8. *Konsistenz der Physik II:*

Zeigen Sie, daß $E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$ ein Spezialfall von $E_{kin} = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1 \right)$ ist. Wie groß ist der Unterschied zwischen beiden Formeln, wenn $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ und $v = 10^1\text{m/s}, 10^3\text{m/s}, 10^5\text{m/s}$ groß ist?

9. Ein ruhendes Pion π der Ruhemasse $m_{0,\pi} = 273m_e$ zerfällt (nach der Lebensdauer $\tau_\pi = 2,6 \cdot 10^{-8}\text{s}$) in ein Myon der Ruhemasse $m_{0,\mu} = 207m_e$ und ein Neutrino der Ruhemasse $m_{0,\nu} = 0m_e$. (m_e ist die Ruhemasse des Elektrons.)



Wie groß ist die kinetische Energie des Myons und die des Neutrinos nach dem Zerfall? Wie groß ist der Impuls des Myons und die des Neutrinos nach dem Zerfall?

10. Ein Beobachter befinde sich im System S und emittiere zur Zeit $t = 0$ ein Photon. Ein zweiter Beobachter S' bewegt sich mit der konstanten Geschwindigkeit $v' = 0,6c$ relativ zu S . Im System S beträgt der Winkel zwischen der Ausbreitungsrichtung des Photons und der des anderen Bezugssystems S' $\alpha = 30^\circ$. Berechnen Sie, wie groß dieser Winkel in S' gemessen wird.