

Grundlagen der Physik II Sommersemester 2005
Blatt 2, Besprechung am 18. & 21. April

1. Ein Beobachter bei (x, t) löst mit einem Signal, dessen Geschwindigkeit größer (!) als die Lichtgeschwindigkeit ist, ein Ereignis $P(x + \Delta x, t + \Delta, t)$ aus. Zeigen Sie, daß es einen Beobachter gibt, für den die Kausalität verletzt ist.
2. Tachyonen sind hypothetische Teilchen, die sich in einem Bezugssystem S mit Überlichtgeschwindigkeit bewegen. Kann es ein weiteres Bezugssystem S' geben, das sich bezüglich S mit der Geschwindigkeit $v, |v| < c$ bewegt, und in dem sich die Tachyonen nicht mehr mit Überlichtgeschwindigkeit bewegen?
3. 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 $\alpha = 30^\circ$. Berechnen Sie, wie groß dieser Winkel in S' gemessen wird.
4. Bei welcher Geschwindigkeit sind Teilchen doppelt so schwer, wie ihre Ruhemasse? Wieso hat man also die Auswirkungen der Relativitätstheorie nicht schon früher im Alltag bemerkt?
5. Leiten Sie den relativistischen Zusammenhang zwischen der Gesamtenergie E und dem Impuls p : $E = \sqrt{m_0^2 c^4 + c^2 p^2}$ her.
6. Zeigen Sie, daß die Beziehung $E_{kin} = 1/2 m v^2$ ein Spezialfall der Beziehung $E_{kin} = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1 \right)$ für $\beta \ll c$ ist. Wie groß ist die Abweichung zwischen beiden Beziehungen für die Geschwindigkeiten $v = 10 \text{ m/s}, 10^3 \text{ m/s}, 10^5 \text{ m/s}$ und 10^8 m/s ?
7. Ein ruhendes Pion π mit der Ruhemasse $m_{0,\pi} = 273 m_e$ zerfällt (nach der Lebensdauer $\tau_\pi = 2,6 \cdot 10^{-8} \text{ s}$) in ein Myon μ der Ruhemasse $m_{0,\mu} = 207 m_e$ und ein Neutrino ν der Ruhemasse $m_{0,\nu} = 0 m_e$, dabei ist m_e die Ruhemasse eines Elektrons e .
Wie groß ist –relativistisch gerechnet vgl Aufgabe 4. und 5.– die kinetische Energie des Myons und die des Neutrinos nach dem Zerfall? Berechnen Sie analog den Impuls des Myons und den des Neutrinos nach dem Zerfall.
8. Ein Stahlband ist 1 m lang, $0,2 \text{ mm}$ dick und 3 cm breit. Der Elastizitätsmodul von Stahl ist $E = 2,1 \cdot 10^2 \text{ GPa}$ und der Schubmodul beträgt $G = 80 \text{ GPa}$.
 - (a) Welche Kraft F ist erforderlich, um das Stahlband um 1 mm zu dehnen?
 - (b) Berechnen Sie die Poisson Zahl μ , die auftretenden Querkontraktionen und die Volumenänderung.
 - (c) Das Stahlband soll nun vom unbelasteten Zustand bis zur maximal zulässigen Spannung von $\Phi_{max} = 180 \text{ MPa}$ gedehnt werden. Wie groß ist die dazu erforderliche Arbeit W ?
9. Der Wasserdruck im Meer nimmt um 1 MPa pro 100 m Tiefe zu. Berechnen Sie die Kompression und die Radiusänderung einer Goldkugel ($E = 73 \text{ GPa}, G = 28 \text{ GPa}$) in der größten Meerestiefe $h = 11,5 \text{ km}$, wenn das Volumen der Kugel an der Meeresoberfläche genau 1 Liter beträgt.
10. Sie hängen eine Masse von $m = 70 \text{ kg}$ an ein –im völlig unbelasteten Zustand– 50 m langes Seil der Querschnittsfläche $A = 2 \text{ cm}^2$. Die Dichte des Seiles beträgt $\rho = 4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ und sein E-Modul ist $E = 3 \text{ GPa}$. Berechnen Sie die Längenänderung des Seiles, beachten Sie dabei die Eigendehnung.