

Einführung in die Physik II (für Nicht-PhysikerInnen)

Hausaufgaben Woche 3

15–19 April 2019

1. Licht, das sich in Richtung eines ansteigenden Gravitationspotenzials ausbreitet, unterliegt einer Rotverschiebung seiner Frequenz. Wie groß ist die Frequenzänderung, wenn ein Lichtstrahl der Wellenlänge $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ einen vertikalen Schacht mit einer Höhe von $l = 100 \text{ m}$ hinaufgeschickt wird? (Die Energie eines Photons mit Frequenz ν ist $E = h\nu$ mit h Planck'sche Konstante: $h = 6,6260755 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$.)
2. Zwei Ereignisse sind im Bezugssystem S_A durch die räumliche Distanz $\Delta x = x_2 - x_1$ und das Zeitintervall $\Delta t = t_2 - t_1$ voneinander getrennt.
 - (a) Zeigen Sie mithilfe der Lorentz-Transformation, dass der zeitliche Abstand in einem Bezugssystem S_B , das sich mit der Geschwindigkeit v' relativ zu S_A bewegt, durch $t'_2 - t'_1 = \gamma(\Delta t - v'\Delta x/c^2)$ gegeben ist.
 - (b) Zeigen Sie, dass die Ereignisse im Bezugssystem S_B nur dann gleichzeitig stattfinden können, wenn Δx größer als $c\Delta t$ ist.
 - (c) Wenn eines der Ereignisse die *Ursache* für das andere ist, muss die Distanz Δx kleiner als $c\Delta t$ sein, da ein Signal mindestens die Zeit $\Delta x/c$ benötigt, um in S_A von x_1 nach x_2 zu gelangen. Zeigen Sie, dass für den Fall $\Delta x < c\Delta t$ in allen Bezugssystemen $t'_2 > t'_1$ gilt. Das bedeutet: Wenn die Ursache der Wirkung in einem Bezugssystem vorausgeht, so ist dies auch in allen anderen Bezugssystemen der Fall.