

Theoretische Mechanik

Übungsblatt 13

Vorlesung: Prof. Dr. Otfried Gühne

Übungen: Felix Matuschke, Daniel Andreas Schmitz, Jochen Szangolies, Dr. Matthias Kleinmann

Übungen: Freitags 8 Uhr

Abgabe: Di, 24. Jan. 2012

1. **Laufzeiten** (4 Punkte)

Eine Rakete der Länge L fliegt mit der Geschwindigkeit v an einer Kontrollstation vorbei.

- (a) In dem Moment, an dem die Spitze der Rakete die Kontrollstation passiert, wird ein Lichtsignal zum Ende der Rakete gesendet. Wie lange braucht das Licht um das Ende der Rakete zu erreichen (i) im Bezugssystem der Rakete (ii) im Bezugssystem der Station?
- (b) Genauso wie (a), jedoch wird diesmal ein Ball mit der Geschwindigkeit $v < c$ geworfen. (Ignorieren Sie den Rückstoß auf die Rakete beim Abwurf.)
- (c) Wie lange braucht der Vorbeiflug der Rakete?

2. **Myon** (3 Punkte)

Die Halbwertszeit eines Myons ist in etwa $1,5\mu s$. Durch die kosmische Strahlung entstehen natürlicherweise Myonen in der Erdatmosphäre. Nehmen Sie an, dass der Entstehungsort oberhalb des Beobachters liegt und die Myonen eine Geschwindigkeit v haben. (Die Flugbahn sei rein vertikal.)

Aus einer Messung ergibt sich nun, dass auf einer Bergstationen 2km oberhalb der Talstation die 1,4fache Rate an Myonen nachgewiesen wird. Bestimmen Sie v .

3. **Paradox** (4 Punkte)

Ein Raupenfahrzeug der Länge L fährt mit der Geschwindigkeit $v = \sqrt{3}/2c$ über einen Rost. Der Abstand der Latten des Rosts sei ℓ . Bestimmen Sie das maximale ℓ , so dass das Fahrzeug nicht durch das Gitter fällt. Rechnen Sie im Bezugssystem des Rosts sowie dem des Fahrzeugs. Warum erhalten Sie unterschiedliche Werte? Wie kann man den Widerspruch auflösen?

4. **Quasar** (5 Punkte)

Ein Quasar stoße Materie in einer Richtung aus, welche mit der Verbindungslinie Quasar-Erde den Winkel $\zeta > 0$ einschließt. Nehmen Sie nun an, dass, von der Erde aus gesehen, die scheinbare Winkelgeschwindigkeit $\dot{\varphi}$ der ausströmenden Materie gemessen werden kann und der Abstand D zum Quasar bekannt ist. Naiv ergibt sich daraus die Geschwindigkeit der ausströmenden Materie zu $v = L\dot{\varphi}/\sin\zeta$. Man erhält allerdings selbst unter der Annahme $\zeta = \pi/2$ routinemäßig ein mehrfaches der Lichtgeschwindigkeit für v . Stellen Sie die korrekte Formel für die Geschwindigkeit v auf.

Hinweis: Vergleichen Sie die Lichtlaufzeiten eines Materiestücks zu unterschiedlichen Zeiten.

5. **Formalismus** (2 Punkte)

Zeigen Sie, dass die Summe zweier Vektoren im Minkowskiraum zeit-, licht- oder raumartig sein kann, unabhängig davon, ob die ursprünglichen Vektoren zeit-, licht- oder raumartig sind.