

Übungen zu Klassische Experimentalphysik I Wintersemester 2021/22

Übungsblatt Nr. 13 (Bonus)

Abgabe bis 14.2.2022, 12:00

Aufgabe 1: Interferenz

3,5 Punkt(e)

Zwei Punktquellen Q_1 und Q_2 von harmonischen Wellen sind durch einen Abstand d entlang ihrer Verbindungslinie $\overline{Q_1Q_2}$ voneinander getrennt. Die Quellen senden die Wellen gleichphasig aus. Entlang einer Linie S , welche auch als Schirm aufgefasst werden kann, parallel und im Abstand r zu $\overline{Q_1Q_2}$, wird das Muster der Überlagerung der beiden Wellen (Interferenz) untersucht. Gehen Sie davon aus, dass der Abstand r sehr viel größer ist als der Abstand d . Der Mittelpunkt des Schirms S_0 und der Mittelpunkt der beiden Punktquellen Q_{12} liegen dabei auf einer Verbindungslinie $\overline{Q_{12}S_0}$ senkrecht zu $\overline{Q_1Q_2}$ und S .

- a) Berechnen Sie den Wegunterschied Δs der beiden Quellen zu einem Punkt P auf dem Schirm in Abhängigkeit des Winkels θ zwischen den Verbindungslinien $\overline{Q_{12}P}$ und $\overline{Q_{12}S_0}$.

Hinweise: Da $r \gg d$, können Sie annehmen, dass die beiden Verbindungslinien $\overline{Q_1P}$ und $\overline{Q_2P}$ parallel verlaufen. Es könnte auch hilfreich sein, eine Skizze des Sachverhaltes anzufertigen.

- b) Berechnen Sie den Zusammenhang zwischen der Wellenlänge λ und dem Wegunterschied Δs , sodass es zu maximaler

- i) konstruktiver
- ii) destruktiver

Interferenz kommt.

- c) Berechnen Sie den Abstand des n -ten Interferenzmaximums zum Mittelpunkt des Schirms.

Hinweis: $\tan(\arcsin(\alpha)) = \frac{\alpha}{\sqrt{1-\alpha^2}}$

Aufgabe 2: Relativistik

1,5 Punkt(e)

Sind die folgenden Aussagen richtig oder falsch? Begründen Sie Ihre Antwort.

- a) In keinem Inertialsystem ist das Zeitintervall zwischen zwei Ereignissen kürzer als das Eigenzeitintervall zwischen den beiden Ereignissen.
- b) Finden zwei Ereignisse in einem Inertialsystem nicht gleichzeitig statt, so können sie auch in keinem anderen Inertialsystem gleichzeitig stattfinden.
- c) Sie befinden sich auf einem Raumschiff, welches sich mit der halben Lichtgeschwindigkeit von einem Stern wegbewegt. Das Licht des Sterns fliegt aus Ihrer Sicht mit der halben Lichtgeschwindigkeit an Ihnen vorbei.

Aufgabe 3: Mysteriöse Myonen

2 Punkt(e)

Auf die Atmosphäre der Erde prallen ständig geladene Teilchen aus dem Weltraum. Diese Teilchen werden auch als kosmische Strahlung bezeichnet. Ein Großteil der kosmischen Strahlung besteht aus Protonen. Die Protonen kollidieren mit anderen Atomkernen in der Atmosphäre wie z.B. Stickstoff- oder Sauerstoffkerne. Bei dieser Kollision werden die ursprünglichen Kerne in der Regel zerstört und ein Teilchenschauer aus sekundären Teilchen geht auf die Erde nieder. Die Kollegen und Kolleginnen des Instituts für Astroteilchenphysik (IAP) beschäftigen sich ausgiebig mit der Erforschung solcher Luftschauer. In dieser Aufgabe beschäftigen wir uns mit den Myonen, welche innerhalb eines solchen Luftschauers entstehen. Myonen sind Elementarteilchen, welche sehr ähnlich zum Elektron sind. Der einzige Unterschied ist deren etwa 200 mal größere Masse. Aufgrund dieser größeren Masse sind die Myonen instabil und zerfallen nach einer Eigenzeit von $\Delta t \approx 2 \mu\text{s}$ in Elektronen (und ein paar weitere Teilchen, welche hier nicht von Bedeutung sind). Die Myonen entstehen in einer Höhe von etwa 15 km.

- a) Berechnen Sie klassisch wie weit die Myonen in ihrer Lebenszeit maximal fliegen könnten, wenn diese mit Lichtgeschwindigkeit unterwegs wären. Erreichen diese demnach die Erdoberfläche?
- b) Die Myonen können trotz des (hoffentlich) erstaunlichen Ergebnisses der vorherigen Teilaufgabe auf der Erdoberfläche nachgewiesen werden. Wie ist dies möglich? Denken Sie an die Effekte der speziellen Relativitätstheorie.
- c) Berechnen Sie nun relativistisch, wie weit die Myonen mit einer Geschwindigkeit v fliegen können. Welchen γ -Faktor brauchen die Myonen mindestens um bis zur Erdoberfläche zu gelangen?

Aufgabe 4: Intragalaktische Schleuse

3 Punkt(e)

Ein Raumschiff mit einer Länge von 2000 m (im Bezugssystem des Raumschiffes), bewegt sich mit Impulsantrieb mit der Geschwindigkeit $v = 0,85c$ auf eine „intragalaktische Schleuse“ zu.

Die Schleuse besteht aus zwei aus Kraftfeldern bestehenden Toren mit dem Abstand $s = 500$ m (im Bezugssystem der Schleuse) von denen das erste zunächst offen steht. Das zweite Tor öffnet sich automatisch, sobald es das vordere Ende des Raumschiffes an seiner Position registriert. Gleichzeitig sendet das zweite Tor ein Signal in Form eines Lichtimpulses zum ersten Tor. Sobald das erste Tor diesen Lichtimpuls registriert, schließt es sich.

Kann das Raumschiff die Schleuse problemlos passieren?

Hinweis: Berechnen Sie die maximale Eigenlänge des Raumschiffes, also die Länge des Raumschiffes im Bezugssystem des Raumschiffes, welche in die Schleuse passt.