

Theoretische Physik II

WS 2015/16

21.01.2016

Blatt 12

Fälligkeitsdatum 29.01.2016

Bei Fragen zum Übungsbetrieb und Übungsblättern wenden Sie sich bitte an Ihren jeweiligen Übungsgruppenleiter. Die Einteilung und E-Mail Adressen finden Sie auf unserer Homepage.

Aufgabe 1: Strahlung von zwei Dipolantennen

- (a) Eine einzelne kurze Dipolantenne mit Länge $L \ll \lambda$ wird vom Strom

$$I(z, t) = \begin{cases} I_0 e^{-i\omega_0 t} \left(1 - 2\frac{|z|}{L}\right) & |z| \leq L/2 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}.$$

durchflossen. Berechnen Sie das Dipolmoment, welches durch diesen Strom hervorgerufen wird.

(2 Punkte)

- (b) Bestimmen Sie die Strahlungsleistung der Antenne.

(2 Punkte)

- (c) Betrachten Sie nun einen Aufbau, bei dem zwei solcher Antennen entlang der z Achse mit Abstand d platziert sind. Nehmen Sie an, dass eine innere Phasenverschiebung zwischen den beiden Strömen $I_{0,2} = I_{0,1} \exp(-i\Delta\phi)$ vorliegt. Wie sieht die Winkelverteilung der abgestrahlten Leistung $dP/d\Omega$ aus?

(4 Punkte)

- (d) Diskutieren sie qualitativ das Verhalten von $dP/d\Omega$ für $\Delta\phi = 0$ und $\pi/2$ in den Fällen $d = \lambda$ und $d = \lambda/2$.

(2 Punkte)

Aufgabe 2: Thomson-Streuung von zirkular polarisiertem Licht

Betrachten Sie eine ebene, monochromatische Welle, die auf ein freies Teilchen mit Ladung e und Masse m trifft. Generalisieren Sie den Thomson'schen Streuformalismus (in der Vorlesung besprochen), um die Winkelabhängigkeit des Streuquerschnitts für zirkular polarisiertes Licht zu bestimmen.

(10 Punkte)

Aufgabe 3: Bewegte Uhren

Betrachten Sie einen Beobachter (O'), der sich in einem Raumschiff bewegt und mit der Geschwindigkeit $v = 0.6c$ an einem zweiten Beobachter (O), der sich in Ruhe befindet vorbeifliegt. Die Uhren von (O') und (O) sind synchronisiert und werden auf Null gesetzt zum Zeitpunkt des Zusammentreffens. Jede Minute, gemessen im Raumschiff von (O') gibt dieses Raumschiff ein Lichtsignal ab.

- (a) Warum ist es wichtig ein Verbund von synchronisierten Uhren in jedem Bezugssystem, anstatt einer Uhr pro Bezugssystem zu betrachten?
(1 Punkt)
- (b) Wie lange ist die Periodendauer Δt_1 der Lichtemission gemessen in dem Bezugssystem von (O)? Begründen Sie detailliert.
(3 Punkte)
- (c) Wie lange ist die Periodendauer Δt_2 des Lichtempfangs durch (O), gemessen in dem Bezugssystem von (O)? Begründen Sie detailliert.
(3 Punkte)
- (d) Wie lange ist die Periodendauer $\Delta t'_2$ des Lichtempfangs durch (O), gemessen in dem Bezugssystem von (O')? Begründen Sie detailliert.
(3 Punkte)

Aufgabe 4: Paradoxon von Leiter und Garage (Pole and Barn Paradox)

Betrachten Sie eine Leiter, die parallel zum Boden extrem schnell bewegt wird. Das Ziel ist es, dass diese Leiter bei hoher Geschwindigkeit in eine Garage passt. Die Leiter hat in Ruhe eine Länge von 12m und die Garage eine Länge von 10m. In dem Bezugssystem der Garage bewegt sich die Leiter mit einer Geschwindigkeit von $4c/5$. Nehmen Sie an, dass die Garage zwei gegenüberliegende, geöffnete Tore besitzt, sodass die Leiter mit konstanter Geschwindigkeit die Garage durchqueren kann.

- (a) Erläutern Sie den Grund, warum in der speziellen Relativitätstheorie ein Szenario denkbar ist, bei dem die Leiter komplett in die Garage passt.
(1 Punkt)
- (b)
 - (i) Wie lang ist die Leiter im Bezugssystem der Garage? (1 Punkt)
 - (ii) Wie lang ist die Garage im Bezugssystem der Leiter? (1 Punkt)
 - (iii) Erläutern Sie das Paradoxon. (1 Punkt)
- (c) Die Leiter bewege sich nun von links nach rechts. Geben Sie die Koordinaten (t, x) der folgenden Ereignisse, sowohl im Bezugssystem der Leiter als auch im Bezugssystem der Garage an. Nehmen sie an, dass der Ursprung $(0, 0)$ beider Bezugssysteme gegeben ist wenn das vordere Ende der Leiter das erste Tor der Garage erreicht.

Ereignis 1: Das vordere Ende der Leiter erreicht das zweite Tor der Garage.

Ereignis 2: Das hintere Ende der Leiter erreicht das erste Tor der Garage.

(4 Punkte)

- (d) Erläutern Sie anhand der vorhergegangenen Ergebnisse, warum kein Paradoxon vorliegt.
(2 Punkte)