
Ferienkurs Experimentalphysik 2

Übungsblatt 4

Tutoren: Julien KOLLMANN und Gloria ISBRANDT

1 Elektromagnetische Welle

1.1 Allgemeine Wellengleichung

Geben Sie die Form des elektrischen und magnetischen Anteils einer allgemeinen Elektromagnetischen Welle an. Erklären Sie die vorkommenden Variablen und den Zusammenhang der beiden Teile.

Geben Sie anschließend eine explizite Form für $\vec{E}(t, \vec{x})$ an. Es sei gegeben, dass sich die elektromagnetische Welle in die x-Richtung ausbreitet und der magnetische Anteil in der x,y-Ebene schwingt. Des Weiteren sei $\vec{E}(0, 0) = 0$.

1.2 Poynting Vektor und Polarisation

Zeigen Sie, dass für eine zirkular polarisierte Welle der Poynting Vektor zeitunabhängig ist.

(*Hinweis:* Nehme o.b.d.A. an, dass sich die Welle in z-Richtung ausbreite.)

2 Relativitätstheorie

2.1 Gleichzeitigkeit von Ereignissen

Betrachte in der zweidimensionalen Raum-Zeit (eine Raum- und eine Zeit-Dimension) zwei Ereignisse $A(0, 72\mu s; 1, 5km)$ und $B(0, 95\mu s; 1, 7km)$ gemessen in einem Inertialsystem S. In einem zweiten Inertialsystem S' erscheinen die zwei Ereignisse gleichzeitig. Bestimme die Relativgeschwindigkeit des zweiten Systems S' relativ zum ersten S.

Zeichne außerdem ein Minkowski-Diagramm und trage alle relevanten Daten ein.

2.2 Längenkontraktion

Ein Beobachter reist an einem starren liegenden Pfosten vorbei, welcher eine Ruhelänge von $l = 1,0m$ hat.

- Der Beobachter habe eine Geschwindigkeit von $v_1 = 0,7c$. Bestimmen Sie die Länge des Pfahles, welcher der Beobachter misst.
- Der Beobachter habe nun eine Geschwindigkeit von $v_2 = 300m/s$ (Schallgeschwindigkeit). Wie lang ist der Pfahl nun für den Beobachter?

2.3 Zeitdilatation

Ein Pendel wird zu Schwingen angeregt. In seinem Ruhesystem, der Erde, kann die Schwingungsperiode von $T = 2,5s$ gemessen werden.

- a) Du sitzt in einem Flugzeug welches mit einer Geschwindigkeit von $v = 1000km/h$ fliegt. Du siehst das Pendel auf der Erde stehen und bestimmst seine Schwingungsperiode T' . Was misst du?
- b) Du wurdest nach einigen Jahren zum Astronaut ausgebildet und fliegt in einer Rakete mit $v = 2/3c$ an der Erde vorbei. Du erkennst das selbe Pendel auf der Erde wieder. Um wieviel weicht nun deine Messung der Periode von der ersten Messung ab?

2.4 Addition von Geschwindigkeiten

Ein Inertialsystem S' bewege sich mit einer Geschwindigkeit $+0,9c$ relativ zu einem anderen Inertialsystem S . Dabei bewege sich S' nach rechts, relativ zu S . Im System S' wird nun ein Lichtimpuls nach links ausgesandt. Welche Geschwindigkeit hat das Lichtsignal im System S ? Bestimmen Sie diese rechnerisch sei es mit der klassischen Gallilei-Transformation, als auch relativistisch.