

Zentralübung zur Vorlesung

Theoretische Physik II: Elektrodynamik

Dr. A.Zharikov, Prof. W.Weise, TU München, WS 2011/2012

Übungsblatt 14 (03.02.12)

14.1 Lorentz-Kontraktion, Zeitdilatation

Ein Stab, der in Ruhe die Länge L besitze, fliege an Ihnen mit der Geschwindigkeit v in Richtung seiner Ausdehnung vorbei.

- Wie lange dauert es, bis er an Ihnen vorbei ist?
- Wie lange dauert dieser Vorgang im Ruhesystem des Stabes?
- Vergleichen Sie die beiden Zeiten.
- Ist das Ergebnis verträglich mit der Zeitdilatation, und wenn ja, wieso?

14.2 Bewegte Ladung

Eine Ladung q bewege sich mit konstanter Geschwindigkeit $\mathbf{v} = v\hat{e}_x$. Bestimmen Sie das elektrische Potential $\phi(\mathbf{r}, t)$ und das Vektorpotential $\mathbf{A}(\mathbf{r}, t)$

- durch die retardierte Lösungen der Wellengleichungen (sogenannte Lienard-Wiechert-Potentiale)
- durch die Lorentz-Transformation des Vierer-Potentials, das im Ruhesystem der Ladung erzeugt wird.

Vergleichen Sie die beiden Ergebnisse.

14.3 Dopplereffekt

Ein Beobachter in einem Koordinatensystem K empfängt Licht von einem Stern, der in einem System K' ruht, das sich mit Geschwindigkeit v entlang der x -Achse relativ zu K bewegt. Der Stern sende in K' monochromatisches Licht mit Frequenz ω' isotrop in alle Richtungen aus.

- (a) Welche Frequenz ω hat das Licht für den Beobachter in K , das unter einem Winkel α zur x -Achse auftrifft? Bestimmen Sie daraus den gewöhnlichen Dopplereffekt im Limes $\beta \ll 1$ und zeigen Sie, dass relativistisch auch im transversalen Fall $\alpha = \pi/2$ noch eine Dopplerverschiebung existiert.
- (b) Berechnen Sie $\cos \alpha$ als Funktion der entsprechenden Größe $\cos \alpha'$ im System des Sterns und zeigen Sie damit, dass eine sich schnell auf einen Beobachter zubewegte Lichtquelle so aussieht, als ob sie vorwiegend in Vorwärtsrichtung emittieren würde.

