

Aufgabe 1: In der Vorlesung wurde das Vektorpotential eines mit Kreisfrequenz ω funktionierenden Dipolstrahlers bestimmt,

$$\vec{A}(\vec{x}, t) = k\vec{P} \frac{\sin(-\omega t + kr)}{r}, \quad k := \frac{\omega}{c}, \quad r := |\vec{x}|, \quad r \gg d,$$

wobei \vec{P} das elektrische Dipolmoment ist, und d die Grösse des Strahlers (der am $\vec{x} = 0$ liegt) beschreibt.

- (a) Bestimmen Sie die entsprechenden magnetischen und elektrischen Felder \vec{B} und \vec{E} .
- (b) Zeigen Sie, dass in der sogenannten Nahzone, $kr \ll 1$, die magnetische Induktion viel kleiner ist als das elektrische Feld.
- (c) Zeigen Sie, dass in der sogenannten Fernzone, $kr \gg 1$, die typischen Eigenschaften der elektromagnetischen Welle, d.h.

$$\vec{e}_r \cdot \vec{E} = \vec{e}_r \cdot \vec{B} = \vec{E} \cdot \vec{B} = 0, \quad |\vec{E}| = |\vec{B}|,$$

erfüllt sind. Hier ist $\vec{e}_r := \vec{r}/r$ die Bewegungsrichtung der auslaufenden Kugelwelle.

- (d) Bestimmen Sie die zeitgemittelte Energiestromdichte in der Fernzone.

Aufgabe 2:

- (a) Ein Stab der Ruhelänge L' schließt in seinem Ruhesystem Σ' mit der x'^1 -Achse den Winkel θ' ein. Σ' bewegt sich bzgl. Σ mit der Geschwindigkeit $\vec{u} = u\vec{e}_1$. Welche Stablänge L und welchen Winkel θ zur x^1 -Achse misst der Beobachter in Σ ?
- (b) Im Ursprung $\vec{x}' = 0$ von Σ' befindet sich eine Lichtquelle, die zur Zeit $t = t' = 0$ unter dem Winkel θ' zur x'^1 -Achse einen kurzen Lichtblitz aussendet. Unter welchem Winkel θ zur x^1 -Achse sieht der Beobachter in Σ den Lichtblitz?

Aufgabe 3: Das System sei wie in Aufgabe 2(a), d.h. Σ' bewege sich bzgl. Σ mit der Geschwindigkeit $\vec{u} = u\vec{e}_1$. Laut Galilei-Transformation wäre die Beziehung der im Σ' und Σ gemessenen Geschwindigkeiten v', v (entlang der x^1 -Achse) $v' = v - u$. Zeigen Sie, dass die Lorentz-Transformation zu der Beziehung

$$v' = \frac{v - u}{1 - vu/c^2}$$

führt. Checken Sie, ausgehend von dieser Formel, dass die Lichtgeschwindigkeit in beiden Systemen als c gemessen wird.