

# Übungsblatt 4

06.11.2014

## 1. Hohlraumoszillator

Gegeben sei folgende elektromagnetische Welle:

$$\vec{E}(x, y, t) = E_0 \cos \frac{\pi x}{L} \cos \frac{\pi y}{L} \sin \omega t \vec{e}_z \quad (1)$$

$$\vec{B}(x, y, t) = B_0 \left( -\cos \frac{\pi x}{L} \sin \frac{\pi y}{L} \vec{e}_x + \sin \frac{\pi x}{L} \cos \frac{\pi y}{L} \vec{e}_y \right) \cos \omega t. \quad (2)$$

- Unter welchen Bedingungen erfüllt die elektromagnetische Welle die Maxwellgleichungen?
- Was für eine physikalische Anordnung beschreibt das elektromagnetische Feld? Skizziere  $\vec{E}$  und  $\vec{B}$ .

## 2. Intensität

Betrachte eine ebene elektromagnetische Welle im Vakuum wie in Aufgabe 3a auf Übungsblatt 3.

- Sei  $A$  eine Fläche normal zur Ausbreitungsrichtung. Zeige, dass die Energie, die durch  $A$  innerhalb einer Sekunde fließt der totalen Feldenergie im Inneren eines Zylinders mit Grundfläche  $A$  und Höhe  $3 \cdot 10^8 \text{m}$  entspricht.
- Zeige, dass  $\mathcal{I} = c \langle u \rangle$ , wobei  $\mathcal{I}$  die Intensität ist und  $\langle u \rangle$  die über eine Periode gemittelte Energiedichte. Erkläre das Resultat.
- Die Intensität von Sonnenlicht auf der Erde ist  $\mathcal{I}_{\text{solar}} = 1300 \text{W/m}^2$ . Berechne das quadratische Mittel der elektrischen und magnetischen Feldstärken für eine ebene Welle Sonnenlichts dieser Intensität.
- Berechne das quadratische Mittel der elektrischen Feldstärke des Lichts einer  $100 \text{W}$  Glühbirne im Abstand von  $1 \text{m}$  von der Glühbirne. Die EU hat solche Glühbirnen kürzlich verboten. Kann der Grund des Verbots sein, dass die elektromagnetische Feldstärke zu stark ist, wenn man der Glühbirne zu nahe kommt?
- Die Leistung eines kleinen He-Ne Laserpointers mit einem Strahldurchmesser von  $4 \text{mm}$  ist  $0.1 \text{mW}$ . Berechne das quadratische Mittel der elektrischen Feldstärke. Die Wellenlänge des Lichts sei  $633 \text{nm}$ . Wieviele Photonen emittiert der Laserpointer in einer Sekunde?

## 3. Kugelwelle

Das Vektorpotential einer Kugelwelle ist

$$\vec{A} = \frac{C}{r} e^{i(kr - \omega t)} \vec{e}_z. \quad (3)$$

- (a) Berechne  $\vec{E}$  und  $\vec{B}$ .
- (b) Betrachte nun die Strahlungszone  $r \gg \lambda$ . Berechne die zeitlich gemittelte abgestrahlte Leistung pro Raumwinkel  $\frac{dP}{d\Omega}$  und skizziere das Resultat. Was ist die gesamte abgestrahlte Leistung?

Ankreuzbar: 1ab, 2ab, 2cde, 3a, 3b