

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 100W Glühbirne im Abstand von 1m 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 4mm ist 0.1mW . Berechne das quadratische Mittel der elektrischen Feldstärke. Die Wellenlänge des Lichts sei 633nm . 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