

1. **Energie und Impuls elektromagnetischer Wellen.** Eine transversale elektromagnetische Welle in einem nicht leitenden, ungeladenen Medium sei (4 Pkt.)

- linear polarisiert, $\vec{E} = \vec{E}_0 \sin[k(z - ct)]$ bzw.
- zirkular polarisiert, $\vec{E} = \vec{E}_0 \{ \cos[k(z - ct)] \vec{e}_x + \sin[k(z - ct)] \vec{e}_y \}$.

In welche Richtung breitet sich die Welle aus? Berechnen Sie

- die magnetische Induktion $\vec{B}(\vec{r}, t)$,
- den Poynting-Vektor $\vec{S}(\vec{r}, t)$,
- den Strahlungsdruck auf eine um den Winkel ϑ gegen die Ausbreitungsrichtung geneigte total absorbierende Ebene.

(insgesamt 4 Pkt.)

2. **Stehende Wellen.** Gegeben seien zwei parallele, unendlich große und perfekt leitende Metallplatten mit dem Abstand L . Sie seien parallel zur x - y -Ebene.

Zwischen diesen Platten befinde sich eine stehende elektromagnetische Welle, die sich als Summe einer in positiver und einer in negativer z -Richtung laufenden ebenen Welle darstellen lässt:

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \Re \left(\vec{E}_1 e^{i(kz - \omega t)} + \vec{E}_2 e^{-i(kz + \omega t)} \right).$$

- Welche Bedingungen folgen für \vec{E}_1 , \vec{E}_2 und k aus den Übergangsbedingungen des \vec{E} -Feldes an den Metallplatten? (1 Pkt.)
- Berechnen Sie das zugehörige Magnetfeld in einer zum \vec{E} -Feld analogen Form. (1 Pkt.)
- Skizzieren Sie $\vec{E}(\vec{r}, t)$ und $\vec{B}(\vec{r}, t)$ für $\vec{E}_1 = \frac{1}{2i} E_0 \vec{e}_y$, $E_0 \in \mathbb{R}$. (1 Pkt.)
- Berechnen Sie für dieses \vec{E}_1 den zeitlich gemittelten Poynting-Vektor (1 Pkt.)

$$\langle \vec{S}(\vec{r}) \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T \vec{S}(\vec{r}, t) dt.$$

(insgesamt 4 Pkt.)

3. **Elektronengas.** Eine elektromagnetische Welle breite sich in einem leitenden Medium ($\sigma \neq 0$) aus.

- Finden Sie das Dispersionsgesetz, d.h. den Zusammenhang zwischen der Wellenzahl k und der Kreisfrequenz ω der ebenen Welle in der Form (1 Pkt.)

$$k^2 = f(\omega)$$

- In einem Elektronengas mit der Teilchendichte n_0 betrachte man die Bewegung der Elektronen in dem Feld $\vec{E} = \vec{E}_0 e^{-i\omega t}$ unter Vernachlässigung von Kollisionen und der vom Magnetfeld auf das Elektron ausgeübten Lorentz-Kraft. Berechnen Sie die Leitfähigkeit σ des Elektronengases. (1 Pkt.)
- Berechnen Sie die kritische Frequenz ω_p für die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle im Elektronengas ($k^2(\omega = \omega_p) = 0$) sowie die Eindringtiefe für eine niederfrequente Welle ($\omega \ll \omega_p$) (1 Pkt.)

(insgesamt 3 Pkt.)

Auf diesem Übungsblatt sind maximal **11 Punkte** zu erreichen, Abgabe der ersten beiden Aufgaben erfolgt am 17.06.2009.