

Übungsaufgaben zum Modul B1:

Klassische Physik 2

Aufgabenblatt 11 — *Elektromagnetische Wellen – Strahlenoptik*

41 *Eindimensionale Wellengleichung*

Bei einer in x -Richtung sich ausbreitenden linear polarisierten elektromagnetischen Welle schwingen elektrische und magnetische Feldstärke \mathbf{E} und \mathbf{H} in zueinander senkrechten Ebenen. Zeigen Sie, dass die Wellenfunktionen für die y -Komponente von \mathbf{E} und die z -Komponente von \mathbf{H} ,

$$E_y = E_0 \sin \left[\omega \left(t - \frac{x}{c} \right) \right] \quad \text{und} \quad H_z = H_0 \sin \left[\omega \left(t - \frac{x}{c} \right) \right], \quad (1a,b)$$

die Wellengleichungen

$$\frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} = \varepsilon \mu \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2} \quad \text{und} \quad \frac{\partial^2 H_z}{\partial x^2} = \varepsilon \mu \frac{\partial^2 H_z}{\partial t^2} \quad (2a,b)$$

(mit $\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$ und $\mu = \mu_0 \mu_r$) erfüllen! Leiten Sie auf diese Weise eine Beziehung zwischen ε , μ und der Phasengeschwindigkeit c her, und berechnen Sie daraus c_0 für das Vakuum! $\varepsilon_0 = 8,854\,187\,817 \cdot 10^{-12} \text{ A s/(V m)}$; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ V s/(A m)}$.

(6 Punkte)

42 *Poynting-Vektor*

Man bestimme den POYNTING-Vektor \mathbf{S} für eine ebene elektromagnetische Welle

$$\mathbf{E} = E_0 \sin(\omega t - kx) \mathbf{j}, \quad \mathbf{H} = H_0 \sin(\omega t - kx) \mathbf{k}$$

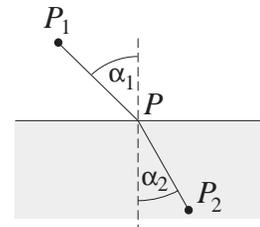
(\mathbf{i} , \mathbf{j} , \mathbf{k} Einheitsvektoren in x -, y -, z -Richtung)! Was ergibt sich für den zeitlichen Mittelwert der Strahlungsintensität (oder Energiestromdichte) S an der Stelle $x = 0$, wenn die Effektivwerte der elektrischen und magnetischen Feldstärke der Welle zu $E_{\text{eff}} = 0,26 \text{ mV/m}$ und $H_{\text{eff}} = 0,69 \text{ }\mu\text{A/m}$ gemessen wurden?

(5 Punkte)

43 *Snelliussches Brechungsgesetz*

(Bild) Bestimmen Sie denjenigen Punkt P , für den der Lichtweg von P_1 in Luft über P an der Grenzfläche Luft/Wasser nach P_2 in Wasser derjenige mit der kürzesten Überbrückungszeit ist! Die Lichtgeschwindigkeit in Wasser c_2 beträgt $3/4$ von derjenigen c_1 in Luft. – *Anleitung*: Drücken Sie die Lage des Übertrittspunktes P durch die Winkel α_1 und α_2 aus!

(5 Punkte)



44 *Totalreflexion*

Am Boden eines $h = 1 \text{ m}$ tiefen Wasserbeckens befindet sich eine (punktförmig angenommene) Lampe, welche Licht in alle Richtungen ausstrahlt. Blickt man von oben her auf die Wasseroberfläche, so sieht man eine kreisförmige Lichtscheibe. Wie groß ist ihr Radius R ? Brechzahl von Wasser (gegen Luft): $n = 4/3$.

(4 Punkte)