

Übungen zur Experimentalphysik III

Dr. R. Mitdank, Dr. O. Chiatti, C. Grosse, D. Kojda

Aufgaben zur 1. Übung

Abgabe am 22./24.09.13



Elektromagnetische Wellen I

1. Verschiebungsstrom

Bei welcher Frequenz wird der Betrag der Verschiebungsstromdichte \dot{D}

a) bei guten Leitern (elektrische Leitfähigkeit $\sigma \approx 5 \cdot 10^7 \text{ S/m}$, $\epsilon_r \approx 1$),

b) bei Porzellan ($\sigma \approx 2 \cdot 10^{-13} \text{ S/m}$, $\epsilon_r \approx 5$)

genauso groß wie der Betrag der Leitungsstromdichte j ?

2. Dipol- und Ringantenne

Die von einer Radiostation abgestrahlte elektrische Feldstärke in einer bestimmten Entfernung vom Sender sei gegeben durch $E = E_0 \cos(\omega t)$, mit $E_0 = 10^{-4} \text{ N/C}$ und $\omega = 10^6 \text{ s}^{-1}$.

a) Welche Spannung baut sich entlang eines $l = 50 \text{ cm}$ langen Drahtes auf, der in Richtung des elektrischen Feldes orientiert ist (Wellenlänge $\gg l$)?

b) Welche Spannung wird in einer Leiterschleife mit einem Radius von 20 cm induziert?

Hinweis: Verwenden Sie die Beziehung $B \cdot c = E$ für den Zusammenhang zwischen elektrischer Feldstärke und magnetischer Induktion (c – Lichtgeschwindigkeit).

3. Induktionsschleife

Eine kreisförmige Drahtschleife lässt sich als Empfänger für elektromagnetische Wellen benutzen. Ein 100 MHz - Sender strahle eine Leistung von 50 kW isotrop ab. Berechnen Sie die in einer Drahtschleife mit dem Radius 30 cm induzierte effektive Spannung. Der Abstand zwischen Sender und Drahtschleife betrage 10^5 m .

4. Wellengleichung

Die Wellengleichung einer sich in x -Richtung ausbreitenden elektromagnetischen Welle, die in der x - y -Ebene linear polarisiert ist, sei durch die d'Alambert Gleichung

$$\frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} = \epsilon_o \epsilon_r \mu_o \mu_r \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2} \text{ beschrieben. Zeigen Sie}$$

a) dass die Wellenfunktion $E_y = E_o \sin\left[\omega\left(t - \frac{x}{c}\right)\right]$ eine Lösung der Wellengleichung ist.

b) Leiten Sie auf diese Weise einen Zusammenhang zwischen der Phasengeschwindigkeit c und ϵ_o , ϵ_r , μ_o und μ_r her. Berechnen Sie daraus die Vakuumlichtgeschwindigkeit.