

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 $\omega = 10^6 \text{ s}^{-1}$.

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

$$\frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} = \epsilon_0 \epsilon_r \mu_0 \mu_r \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2} \text{ beschrieben. Zeigen Sie}$$

- dass die Wellenfunktion $E_y = E_o \sin\left[\omega\left(t - \frac{x}{c}\right)\right]$ eine Lösung der Wellengleichung ist.
- Leiten Sie auf diese Weise einen Zusammenhang zwischen der Phasengeschwindigkeit c und ϵ_0 , ϵ_r , μ_0 und μ_r her. Berechnen Sie daraus die Vakuumlichtgeschwindigkeit.