INSTITUT FÜR THEORETISCHE PHYSIK
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

Prof. Dr. U. Motschmann
Dipl.-Phys. T. Bagdonat

KLASSISCHE FELDTHEORIE SS 1999

6. Übungsblatt Abgabe: Donnerstag, 10.6.99, bis 11.25 Uhr

Sprechstunde: T. Bagdonat, Raum A317, Dienstag, 10.00–11.30 Uhr., Tel:: 391-5187

17. Zeigen Sie, daß in einem Leiter mit Leitfähigkeit σ und sehr großem, aber endlichem ε eine zum Zeitpunkt $t = 0$ gegebene Ladungsverteilung $\varrho_0(\underline{x})$ nach einiger Zeit verschwindet. Wo befinden sich die Ladungen, nachdem der stationäre Endzustand erreicht wurde und was kann man dann über das elektrische Feld im Inneren sagen? Es sollen keine äußeren Magnetfelder vorhanden sein.

18. Eine ebene Welle tritt aus einem dielektrischen Medium mit Dielektrizitätskonstante ε_1 in ein anderes mit ε_2 über. Die Grenzfläche sei die x-y-Ebene. Dabei entsteht neben einer durchgehenden (gebrochenen) Welle auch noch eine reflektierte Welle. Man betrachte die $\underline{E}$-Vektoren mit dem Ansatz

$$\underline{E}^{I,R,T} = \underline{E}_0^{I,R,T} e^{i(\underline{k}^{I,R,T}\cdot\underline{x} - \omega^{I,R,T} t)} \quad .$$

Der obere Index I, R, T steht für die einfallende, reflektierte bzw. durchgehende Welle. Der Vektor $\underline{k}^I$ der einfallenden Welle liege in der x-z-Ebene, die beiden anderen $\underline{k}$-Vektoren seien zunächst als beliebig orientiert angenommen. Die Winkel zwischen der Flächennormalen und den jeweiligen $\underline{k}$-Vektoren seien $\alpha^{I,R,T}$.

Zeigen Sie, daß

(a) alle $\underline{k}$-Vektoren in einer Ebene liegen.

(b) alle drei Wellen gleiche Frequenz haben.

(c) $\alpha^R = \alpha^I$ ist (Reflexionsgesetz).

(d) $\sqrt{\varepsilon_1}\sin\alpha^I = \sqrt{\varepsilon_2}\sin\alpha^T$ gilt (Brechungsgesetz).

19. Eine ebene, linear polarisierte Welle falle senkrecht in ein Metall ein, in dem das Ohmsche Gesetz $\underline{j} = \sigma\underline{E}$ gilt.

(a) Berechnen Sie die Joulesche Verlustleistungsdichte gemittelt über eine Schwingungsperiode als Funktion der Eindringtiefe z.

(b) Berechnen Sie div $\underline{\Pi}$ ($\underline{\Pi}$: Poyntingvektor) (ebenfalls über eine Periode gemittelt) und vergleichen Sie mit dem Ergebnis aus (a).

Hinweis: Bei dieser Aufgabe ist es besser, die rein reelle „cos-Schreibweise“ für die Felder zu verwenden, da in den Ausdrücken für $\underline{\Pi}$ und $\underline{j}\cdot\underline{E}$ nur die reellen Komponenten der Felder verwendet werden dürfen. Weiterhin ist es sinnvoll anzunehmen, daß z.B. der $\underline{E}$-Vektor in x-Richtung polarisiert ist, und nicht beliebig in der x-y-Ebene liegt.