

6. Übungsblatt zur Theoretischen Physik III

Abgabe (nur in zweier Gruppen): Freitag 2.6.06 bis 12:00 Uhr in den Briefkasten im Physik-Altbau.

Aufgabe 1 (9 Punkte): Magnetische Induktion: Skineffekt

Betrachten Sie einen dicken, zylinderförmigen Leiter in z-Richtung mit der Leitfähigkeit σ , an dessen Enden eine Wechselspannung angelegt wurde, die im Leiterinnern die periodische Feldstärke

$$E_z(r, t) = E_z(r)e^{i\omega t}$$

hervorruft. Die Kreisfrequenz sei klein genug ($\omega \ll 10^{17} s^{-1}$), um den Verschiebungsstrom und die Ladungsdichte ρ zu vernachlässigen.

- (a) Stellen Sie eine Differenzialgleichung für \vec{j} auf, indem Sie annehmen, dass

$$\vec{D} = \epsilon\epsilon_0\vec{E} \quad \vec{B} = \mu\mu_0\vec{H}$$

gilt.

- (b) Zur Verringerung des mathematischen Aufwandes wird der Leiter als unendlich dick betrachtet, so dass die Oberfläche des Leiters von der y,z-Ebene gebildet wird. Geben Sie für diese Idealisierung die Stromdichte $j(x, t)$ ($x > 0$) im Leiter an.

Hinweis:

Verwenden Sie den Ansatz $j(x, t) = j(x)e^{-i\omega t}$ und die Randbedingung $j(0) = j_0$.

- (c) Interpretieren Sie ihr Ergebnis und beschreiben Sie diesen Effekt ausführlich mit Hilfe des Induktionsgesetzes.

Aufgabe 2 (11 Punkte): Stufenfaser

Betrachten Sie einen dielektrischen Wellenleiter (Glasfaser). Die Glasfaser ist zylindersymmetrisch und besteht aus einem Kern mit Radius a und Brechungsindex n_K sowie einem Mantel mit Brechungsindex n_M .

- (a) In der Faser breite sich eine Welle nur in z-Richtung aus. Machen Sie einen (der Symmetrie des Problems angepaßten) Ansatz für das elektrische Feld.
- (b) Leiten Sie damit aus der Wellengleichung die Helmholtzgleichung ($\Delta\phi = \lambda\phi$) für $E_z(r, \phi)$ her.
- (c) Leiten Sie eine (evtl. auch modifizierte) Besselsche Differenzialgleichung her (Ansatz: $E_z(r, \phi) = e^{\pm il\phi}e(r)$).
- (d) Welche Bedingungen sollten die Lösungen genügen, damit ein möglichst guter Wellenleiter entsteht? Wählen Sie die entsprechenden Besselfunktionen für die Lösungen im Mantel und im Kern aus und bestimmen Sie die nötigen Beziehungen von n_K, n_M und dem Wellenvektor k (Stetigkeit der Lösungen beachten!).
- (e) Stellen Sie die radiale Intensitätsverteilung der z-Komponente des elektrischen Feldes graphisch da.

- Vorlesung: Mi 10¹⁵ - 11⁴⁵ Uhr, Do 8³⁰ - 10⁰⁰ Uhr, PN 203
 Tutorien: Di 12¹⁵ - 13⁴⁵ Uhr, Di 16¹⁵ - 17⁴⁵ Uhr, Mi 8³⁰-10⁰⁰ Uhr
- Kontakt, Inhalte, Übungsblätter etc.: wwwitp.physik.tu-berlin.de/lehre/TPIII
- Scheinkriterien: 50 % der Punkte aus den Übungszetteln, aktive Teilnahme an den Tutorien, mindestens 1 × vorrechnen im Tutorium und 50 % der Punkte der Klausur
- Sprechstunde: S. Butscher Mi, 12⁰⁰-13⁰⁰ PN 703, S. Heidenreich Do 11³⁰-12³⁰ PN 702