Institut für Theoretische Teilchenphysik

Moderne Theoretische Physik für Lehramtskandidaten

WS 2015/16

Übungsblatt 5
Abgabe: Mi, 25.11.2015
14:00 Uhr im Briefkasten
Besprechung: Fr, 27.11.2015

Prof. Dr. U. Nierste
Dr. S. Schacht, Dr. M. Spinrath

Bitte schreiben Sie Ihren Namen auf jedes Blatt Ihrer Lösung und geben Sie auf der ersten Seite Ihre Tutorgruppe (Ort, Zeit, Name des Tutors) an.

Aufgabe 1 (5 Punkte): Betrachten Sie eine Spule der Länge l und Höhe $2R$ mit $l \gg R$ und N Windungen, durch die ein Strom I fließt im quasistationären Fall $\dot{E} = 0$.

a) (3 Punkte) Verwenden Sie die Maxwell-Gleichung

$$\text{rot}\vec{B} = \mu_r \mu_0 \vec{j}\,, \tag{1}$$

um das $\vec{B}$-Feld in der Spule zu berechnen.

b) (2 Punkte) Welche Spannung U_{ind}, mit

$$U_{\text{ind}} = \oint_C \vec{E} d\vec{r}\,, \tag{2}$$

wird in der Spule durch die Änderung des magnetischen Flusses Φ,

$$\Phi = \int_{A_C} \vec{B} \cdot d\vec{A}\,, \tag{3}$$

induziert? Dabei ist A_C die Fläche, die von der Kontur C umrandet wird und vom $\vec{B}$-Feld der Spule durchsetzt wird.

Aufgabe 2 (5 Punkte): Betrachten Sie einen linearen, homogenen, ungeladenen Isolator. In diesem haben wir

$$\vec{B} = \mu_r \mu_0 \vec{H}\,, \tag{4}$$

$$\vec{D} = \varepsilon_r \varepsilon_0 \vec{E}\,, \tag{5}$$

und die Maxwell-Gleichungen nehmen die Form

$$\text{div}\vec{E} = 0\,, \tag{6}$$

$$\text{div}\vec{B} = 0\,, \tag{7}$$

$$\text{rot}\vec{E} = -\dot{\vec{B}}\,, \tag{8}$$

$$\text{rot}\vec{B} = \varepsilon_r \varepsilon_0 \mu_r \mu_0 \dot{\vec{E}} = \frac{1}{u^2}\dot{\vec{E}}\,, \tag{9}$$

an.

a) (1 Punkt) Zeigen Sie, dass $\vec{B}$ die homogene Wellengleichung erfüllt.

b) (2 Punkte) Es sei eine elektrische Feldstärke gegeben als ebene Welle

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \frac{E_0}{5}(\vec{e}_x - 2\vec{e}_y) e^{i(\vec{k}\cdot\vec{r} - \omega t)}\,, \tag{10}$$

mit $\vec{k} = k\vec{e}_z$. Berechnen Sie $\vec{B}(\vec{r},t)$. Wie ist $\vec{B}(\vec{r},t)$ polarisiert?

c) (2 Punkte) Es sei eine magnetische Induktion gegeben als

$$\vec{B}(\vec{r},t) = B_0 \cos(kz - \omega t)\vec{e}_x + B_0 \sin(kz - \omega t)\vec{e}_y \,. \tag{11}$$

Berechnen Sie $\vec{E}(\vec{r},t)$. Wie ist $\vec{E}(\vec{r},t)$ polarisiert?