KLAUSUR ELEKTRODYNAMIK WS 2000/2001

Aufgabe 1

a) Geben Sie die Maxwell-Gleichungen in differentieller und integraler Form an und erläutern Sie kurz die einzelnen Größen.

b) Leiten Sie die Kontinuitätsgleichung

$$\operatorname{div} \vec{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$$

aus den Maxwell-Gleichungen ab ($\vec{j}$: Stromdichtevektor, ρ: Ladungsdichte).

c) Stellen Sie das elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r}, t)$ und das magnetische Feld $\vec{B}(\vec{r}, t)$ durch die entsprechenden Potentiale (elektrisches Potential $\varphi(\vec{r}, t)$, Vektorpotential $\vec{A}(\vec{r}, t)$) dar.

Aufgabe 2

In der Elektrostatik kann man das elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r})$ durch ein elektrisches Potential $\varphi(\vec{r})$ beschreiben: $\vec{E}(\vec{r}) = -\operatorname{grad} \varphi(\vec{r})$.

a) Geben Sie die Differentialgleichung für das Potential $\varphi(\vec{r})$ im Vakuum bei bekannter Ladungsverteilung ρ an.

b) Wie lautet die allgemeine Lösung der Differentialgleichung für φ falls keine Randbedingungen im Endlichen vorliegen?

c) Welche Randbedingungen treten an einer leitenden Grenzfläche auf?

Aufgabe 3

a) Geben Sie die Wellengleichung für das elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r}, t)$ und das magnetische Feld $\vec{B}(\vec{r}, t)$ im Vakuum an, wenn keine Ladungen oder Ströme vorhanden sind.

b) Was versteht man unter einer ebenen, monochromatischen Welle? Unter welcher Bedingung sind solche Wellen Lösung der Wellengleichungen aus Aufgabe 3.a)?

c) Wie lautet die Lorentzeichung für das Vektorpotential $\vec{A}(\vec{r}, t)$?

Aufgabe 4

Ein Elektron (Masse m_e, Ladung $q = -e$) läuft auf einer Kreisbahn (Radius R) mit konstanter Geschwindigkeit v um. Wie groß ist das magnetische Moment für einen solchen "Kreisstrom"?

Aufgabe 5

Berechnen Sie die Divergenz und die Rotation von $\vec{E}(\vec{r}) = \vec{E}_0\, e^{i\,\vec{k}\cdot\vec{r}}$ ($\vec{E}_0$, $\vec{k}$: konst.).

Aufgabe 6

Bestimmen Sie das elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r})$ und das elektrische Potential $\varphi(\vec{r})$ für eine homogen geladene Kugeloberfläche (Radius R, Gesamtladung Q) im Vakuum mit Hilfe von

$$\iint\limits_{\partial V} da\, \vec{n} \cdot \vec{D}(\vec{r}) = Q_{(V)} \qquad \vec{D} = \epsilon_0\, \vec{E}$$

Hinweis: Flächenelement der Kugeloberfläche $da = r^2\, d\Omega$, Flächennormale $\vec{n} = \vec{e}_r$.