

Elektrodynamik

FSU Jena - WS 2008/2009

Klausur

Dozent: Prof. Meinel

27.02.2009

Kategorie 1

1. Formulieren und erläutern Sie das Biot-Savartsche Gesetz! (3P)
2. Leiten Sie aus den Maxwellgleichungen für Ladungen und Ströme im Vakuum die inhomogenen Wellengleichungen für die elektromagnetischen Potentiale im Falle der Lorentzgleichung her! (5P)
3. Geben Sie die Ausdrücke für die retardierten Potentiale an! (2P)
4. Beschreiben Sie das von einem zeitabhängigen elektrischen Dipol $\vec{p}(t)$ erzeugte Fernfeld, und leiten Sie einen Ausdruck für die zugehörige Strahlungsleistung her! (5P)

Kategorie 2

1. Bestimmen Sie das elektrostatische Potential einer homogen geladenen Kugelschale (Gesamtladung Q , Innenradius R_1 , Außenradius R_2 , $\varepsilon = \varepsilon_0$) für jeden Punkt des Raumes! (4P)
2. Gibt es ein elektrostatisches Feld \vec{E} konstanter Richtung bei dem der Betrag der Feldstärke in einer zu \vec{E} senkrechten Richtung zunimmt? Geben Sie eine Begründung, falls Ihre Antwort *nein* lautet. Lautet die Antwort *ja*, reicht die explizite Angabe eines Beispiels (3P)
3. Gegeben sei eine dünne rechteckige Metallschicht gleichmäßiger Dicke d und bekannter konstanter elektrischer Leitfähigkeit σ . Die Seitenlängen a und b des Rechtecks seien unbekannt. Wie kann man durch Widerstandsmessung die Dicke der Schicht feststellen? (5P)
4. Gegeben Sei ein (in alle Richtungen unendlich ausgedehntes) leitfähiges Medium, in dem die Materialgleichungen

$$\vec{D} = \varepsilon \vec{E}, \quad \vec{j} = \sigma \vec{E}$$

(ε, σ : const) gelten. Zeigen Sie, dass eine anfängliche Ladungsverteilung $\rho(\vec{r}, 0)$ für $t \rightarrow \infty$ verschwindet, das heißt $\rho(\vec{r}, t) \xrightarrow{t \rightarrow \infty} 0$. (3P)

Hilfsformeln

$$\int_0^\pi \sin^3 \vartheta \, d\vartheta = \frac{4}{3}, \quad \vec{a} \times (\vec{b} \times \vec{c}) = \vec{b}(\vec{a} \cdot \vec{c}) - \vec{c}(\vec{a} \cdot \vec{b})$$

In Kugelkoordinaten:

$$\Delta f = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial f}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \vartheta} \left(\sin \vartheta \frac{\partial f}{\partial \vartheta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \vartheta} \frac{\partial^2 f}{\partial \varphi^2}$$

In kartesischen Koordinaten:

$$\text{rot rot } \vec{a} = \text{grad div } \vec{a} - \Delta \vec{a}$$