

KLAUSURVORBEREITUNG

Die Aufgaben auf diesem Blatt geben Ihnen die Möglichkeit, unter Klausurbedingungen einfache Probleme und Fragen zu lösen. So können Sie ggfls. vorhandene Schwächen erkennen und bis zur Klausur beheben.

[S0] Kurzfragen**[2 + 2 + 2 = 6 Punkte]**

- (1) Welche Einheit (im SI-System) hat der Poynting-Vektor?
- (2) Wie lautet die Wellengleichung für das elektrische Feld im Vakuum?
- (3) Was ist eine Green'sche Funktion?

[S1] Elektrostatik**[3 + 5 + 2 = 10 Punkte]**

Betrachten Sie folgende kugelsymmetrische Ladungsverteilung:

$$\rho(\vec{r}) = \rho_0 \left(\frac{1}{1 + \alpha r^3} \right)^2.$$

Dabei sind ρ_0 und α reelle Konstanten mit $\alpha > 0$.

- (a) Bestimmen Sie ρ_0 so, dass sich die Gesamtladung Q ergibt. *Hinweis:* Das Integral lässt sich durch Hinsehen lösen!
- (b) Berechnen Sie das elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r})$.
- (c) Geben Sie asymptotische Näherungsausdrücke für $r \rightarrow 0$ und $r \rightarrow \infty$ an.

[S2] Magnetostatik**[4 + 4 + 2 = 10 Punkte]**

Innerhalb eines unendlich langen Zylinders mit Radius R fließt eine homogene Stromdichte \vec{j}_0 parallel zur Zylinderachse.

- (a) Berechnen Sie die magnetische Flussdichte $\vec{B}(\vec{r})$ innerhalb und außerhalb des Zylinders.
- (b) Geben Sie zwei mögliche Vektorpotentiale $\vec{A}_1 = A_{1z}\vec{e}_z$ und $\vec{A}_2 = A_{2r}\vec{e}_r$ an.
- (c) Geben Sie ein skalares Feld $\lambda(\vec{r})$ für eine Eichtransformation an, mit der \vec{A}_1 in \vec{A}_2 transformiert werden kann.

Hinweise: Gradient und Rotation in Zylinderkoordinaten r, φ, z lauten:

$$\begin{aligned} \nabla f &= \vec{e}_r \frac{\partial f}{\partial r} + \vec{e}_\varphi \frac{1}{r} \frac{\partial f}{\partial \varphi} + \vec{e}_z \frac{\partial f}{\partial z}, \\ \nabla \times \vec{v} &= \vec{e}_r \left(\frac{1}{r} \frac{\partial v_z}{\partial \varphi} - \frac{\partial v_\varphi}{\partial z} \right) + \vec{e}_\varphi \left(\frac{\partial v_r}{\partial z} - \frac{\partial v_z}{\partial r} \right) + \vec{e}_z \frac{1}{r} \left(\frac{\partial(rv_\varphi)}{\partial r} - \frac{\partial v_r}{\partial \varphi} \right). \end{aligned}$$