Prof. Dr. Manfred Lein
PD Dr. Mic$\hbar$ael Flohr
15.07.2014

BEISPIELAUFGABEN ZUR KLAUSURVORBEREITUNG THEORETISCHE ELEKTRODYNAMIK

- 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.
- Die Klausur wird sicher mehr und auch ganz andere Aufgaben enthalten, als diese kleine Auswahl. Mindestens eine der Aufgaben der Klausur wird sehr ähnlich zu einer der Übungsaufgaben sein.
- Geben Sie sich für diese Auswahl, die im Umfang etwa einer halben Klausur entspricht, ca. 60 Minuten Zeit. Lösen Sie die Aufgaben möglichst selbstständig. Wenn Sie etwas in Ihrer Vorlesungsmitschrift nachschlagen müssen, markieren Sie sich dies als etwas, was Sie noch besonders lernen und/oder auf Ihren erlaubten „Spickzettel" schreiben sollten.
- Wir werden zur Selbstkontrolle eine Lösungsskizze dieser Aufgaben in einigen Tagen im Stud.IP einstellen.

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

(a) Welche Einheit (im SI-System) hat der Poynting-Vektor?
(b) Wie lautet die Wellengleichung für das elektrische Feld im Vakuum?
(c) 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 $r \to 0$ und $r \to \infty$ 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:

$$\nabla f = \vec{e}_r \frac{\partial f}{\partial r} + \vec{e}_\varphi \frac{1}{r}\frac{\partial f}{\partial \varphi} + \vec{e}_z \frac{\partial f}{\partial z} ,$$

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