INSTITUT FÜR THEORETISCHE PHYSIK
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

Prof. Dr. W. Brenig
Dr. R. Darradi

Elektrodynamik SoSe 2009

5. Übungsblatt Abgabe: **Dienstag, den 05.05.2009 um 11:25h, Hausaufgabenkiste bei A316**

1. **Eichinvarianz (8 Punkte)**

   (a) Gegeben se das Vektorpotential

   $$\vec{A} = \big((5x-1)y+z,\ \ 4x^2 - z + x,\ \ x-y\big)\ .$$

   Bestimmen und skizzieren Sie das magnetische Feld. Geben Sie Quellen und Wirbel von $\vec{B}$ an. Das Vektorpotential legt das elektrische Feld noch nicht fest. Welche Bedingungen an das elektrische Feld ergeben sich hier aus den Maxwellschen Gleichungen? Berechnen Sie div$\vec{A}$. Geben Sie eine Eichtransformation an, so dass die Coulomb-Eichung erfüllt ist.

   (b) Betrachten Sie jetzt folgende Potential:

   $$\vec{A} = \frac{a}{c}(-z^2/2 + 8x + z,\ \ (x+8)y,\ \ x);\quad \Phi = -axt;\ \ a = \text{const}\ .$$

   i. Betrachten Sie $\vec{E}$ und $\vec{B}$ sowie die Wirbel und Quellen der Felder. Skizzieren Sie $\vec{E}$ und $\vec{B}$. Was erhalten Sie für die Stromdichte $\vec{j}$ und die Ladungsdichte ρ ?

   ii. Erfüllen das Vektorpotential $\vec{A}$ und das skalare Potential Φ die Lorentzeichung? Wenn nicht, geben Sie eine Eichtransformation $(\vec{A}, \Phi) \longrightarrow (\vec{A}', \Phi')$ an, so dass $\vec{A}'$ und Φ' die Lorentzeichnung erfüllen.

2. **Energie und Impuls elektromagnetischer Wellen(6 Punkte)**
   transversale elektromagnetische Welle in einem nicht leitenden, ungeladenen Medium sei

   - linear polarisiert, $\vec{E} = \vec{E}_0 \sin[k(z-ct)]$ bzw.
   - zirkular polarisert, $\vec{E} = \vec{E}_0 \left\{\cos[k(z-ct)]\,\vec{e}_x + \sin[k(z-tc)]\,\vec{e}_y\right\}$.

   In welche Richtung breitet sich die Welle aus? Berechnen Sie

   (a) die magnetische Induktion $\vec{B}(\vec{r}, t)$

   (b) den Poynting-Vektor $\vec{S}(\vec{r}, t)$,

   (c) den Strahlungsdruck auf eine um den Winkel ϑ gegen die Ausbreitungsrichtung geneigte total absorbierende Ebene.

3. **Energie-Impuls Tensor(6 Punkte)**
   Betrachten Sie den Energie-Impuls Tensor aus der Vorlesung:

   (a) Wie transformiert sich $T_{\mu\nu}$ unter der Lorentztransformation

   (b) Wie transformiert sich die Impulsdichte $\overline{g}$, der Drucktensor t_{lm} und die Energiedichte u unter einer orthogonalen Transformation des $\mathbb{R}^3$. (Benutzen Sie das bekante Transformationsverhalten. von $\overline{E}$ und $\overline{B}$)