Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Physik
PD Dr. T. Klose, Dr. I. Bierenbaum

Pk5 Klassische Theoretische Physik WS 2015/16

Übungsblatt 13, Abgabe am Do. 28.01.16, Besprechung in den Übungen am Fr. 29.01.16.

1 Strom einschalten

Gegeben ist ein dünner, unendlich langer, elektrisch neutraler Draht entlang der z-Achse eines Koordinatensystems. Der Strom in Richtung der positiven z-Achse ist gegeben durch

$$I(t) = \begin{cases} 0 & \text{für } t < 0 \\ I_0 & \text{für } t \geq 0 \ , \end{cases}$$

d. h. zur Zeit $t = 0$ beginnt ein konstanter Strom I_0 plötzlich im gesamten Leiter zu fließen. Berechnen Sie die elektromagnetischen Potentiale $\phi(\mathbf{r}, t)$ und $\mathbf{A}(\mathbf{r}, t)$, und leiten Sie daraus für $t > 0$ die Felder $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$ und $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$ her. Erkennen Sie die Felder im Limes $t \to \infty$ wieder?

Hinweis: Es gilt

$$\int \frac{d\xi}{\sqrt{a^2 + \xi^2}} = \ln(\xi + \sqrt{a^2 + \xi^2}) \ .$$

2 Eichtransformation

Bestimmen Sie das elektrische Feld $\mathbf{E}$, das magnetische Feld $\mathbf{B}$, die Ladungsdichte ρ, sowie die Stromdichte $\mathbf{j}$, die zu den Potentialen

$$\phi(\mathbf{r}, t) = 0 \quad , \quad \mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Qt}{r^2} \, \mathbf{e}_r$$

gehören. Finden Sie eine Funktion $\Lambda(\mathbf{r}, t)$ so, dass die Eichtransformation

$$\phi' = \phi - \frac{\partial \Lambda}{\partial t} \qquad \text{und} \qquad \mathbf{A}' = \mathbf{A} + \boldsymbol{\nabla}\Lambda$$

das Vektorpotential verschwinden lässt. Berechnen Sie das transformierte skalare Potential ϕ'. Wie unterscheiden sich die elektromagnetischen Felder, die zu den eichtransformierten Potentialen gehören, von den ursprünglichen?