

Übungen zur Vorlesung
Theoretische Physik B: Elektrodynamik (WS 2016/2017)

BLATT II
Abgabe bis Montag, den 31. Oktober 2016.

6. **Homogen geladener Draht**

Wir betrachten einen unendlich langen, homogen geladenen Draht, den wir als eindimensional annehmen. D.h., er trage eine konstante Linienladungsdichte λ (Ladung pro Längeneinheit).

- Formulieren Sie die Raumladungsdichte $\rho(\vec{r})$ ($\vec{r} \in \mathbb{R}^3$).
- Berechnen Sie die elektrische Feldstärke \vec{E} explizit durch

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int d^3r' \rho(\vec{r}') \frac{\vec{r} - \vec{r}'}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3}. \quad (1)$$

Kontrollergebnis: $\vec{E}(\vec{r}) = \lambda(2\pi\epsilon_0 r)^{-1} \vec{e}_r$, wobei \vec{e}_r der radiale Einheitsvektor in Zylinderkoordinaten sei.

- Berechnen Sie anschließend das zugehörige Potential $\varphi(\vec{r})$.

7. **Nichts als Arbeit**

Gegeben sei das konservative elektrische Feld

$$\vec{E}(\vec{r}) = a \begin{pmatrix} x \\ 1 \\ z \end{pmatrix}$$

mit der Konstanten a und die Punkte

$$\vec{P}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ y_1 \\ 0 \end{pmatrix}, \vec{P}_2 = \begin{pmatrix} -x_1 \\ -y_1 \\ -z_1 \end{pmatrix}.$$

Überzeugen Sie sich davon, dass das Feld konservativ ist. Berechnen Sie die Arbeit, die notwendig ist, um eine Ladung Q von \vec{P}_1 nach \vec{P}_2 zu verschieben,

- vermittels $\vec{E}(\vec{r})$ über ein geeignetes Linienintegral.
- über das zugehörige Potential $\varphi(\vec{r})$ der gegebenen Ladungsanordnung.

8. **Wasserstoff mit Potential**

Das elektrostatische Potential eines Wasserstoffatoms im Grundzustand ist gegeben als

$$\varphi(\vec{r}) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\exp(-\alpha r)}{r} \left(1 + \frac{\alpha r}{2}\right).$$

Hierbei ist $\alpha = 2/a_0$, wobei a_0 der Bohrsche Radius ist.

- Bestimmen Sie mit Hilfe des Potentials die Ladungsverteilung $\rho(r)$ des Wasserstoffatoms. Verwenden Sie hierbei geschickt die Kettenregel $\Delta(fg) = (\Delta f)g + f(\Delta g) + 2(\nabla f) \cdot (\nabla g)$ sowie die Relation aus Aufgabe 4, Blatt I.
- Interpretieren Sie das Ergebnis aus a) physikalisch.