**Zentralübung zur Vorlesung**

**Theoretische Physik II: Elektrodynamik**

Dr. A.Zharikov, Prof. W.Weise, TU München, WS 2011/2012

---

# Übungsblatt 1 (21.10.11)

## 1.1 Fourier-Transformation (Kurze Wiederholung)

## 1.2 Helmholtz-Theorem

Das Helmholtz-Theorem besagt, dass ein Vektorfeld $\boldsymbol{F}(\boldsymbol{r})$ läßt sich als die Summe $\boldsymbol{F}(\boldsymbol{r}) = \boldsymbol{F}^{(1)}(\boldsymbol{r}) + \boldsymbol{F}^{(2)}(\boldsymbol{r})$ eines wirbelfreien Anteils $\boldsymbol{F}^{(2)}(\boldsymbol{r}) = -\boldsymbol{\nabla}\phi(\boldsymbol{r})$ und eines quellenfreien Anteils $\boldsymbol{F}^{(2)}(\boldsymbol{r}) = \boldsymbol{\nabla} \times \boldsymbol{A}(\boldsymbol{r})$ repräsentieren.

a) Mit Hilfe der Fourier-Transformation bestimmen Sie die Zusammenhänge zwischen den Fourier-Transformierten der folgenden Vektor- und Skalarfunktionen:

$$\boldsymbol{F}(\boldsymbol{r}),\ \boldsymbol{F}^{(1)}(\boldsymbol{r}),\ \boldsymbol{F}^{(2)}(\boldsymbol{r}),\ \boldsymbol{\nabla} \cdot \boldsymbol{F}(\boldsymbol{r}),\ \boldsymbol{\nabla} \times \boldsymbol{F}(\boldsymbol{r}),\ \phi,\ \boldsymbol{A}\,.$$

b) Mit Hilfe des Faltungstheorems drücken Sie das Skalarpotential $\phi(\boldsymbol{r})$ und das Vektorpotential $\boldsymbol{A}(\boldsymbol{r})$ durch die Quellen $\boldsymbol{\nabla} \cdot \boldsymbol{F}(\boldsymbol{r})$ bzw. durch die Wirbeln $\boldsymbol{\nabla} \times \boldsymbol{F}(\boldsymbol{r})$ des Vektorfeldes $\boldsymbol{F}(\boldsymbol{r})$ aus.

## 1.3 Integralsätze

Im Grundzustand des Waserstoffatoms ist die Elektronenladung näherungsweise mit der Dichte

$$\rho_e(\boldsymbol{r}) = -\frac{e\,\alpha^3}{8\pi} \exp\big(-\alpha r\big), \quad \alpha = \frac{2}{a_B}$$

verteilt, worin $a_B$ der Bohrsche Radius ist und $e$ die Elementarladung ist.

Mit Hilfe des Gauß'schen Satzes bestimmen Sie die Feldstärke $\boldsymbol{E}$ und das Potential $\phi$ des Wasserstoffatoms unter Annahme, dass die Kernladung punktförmig im Ursprung lokalisiert ist.