

1. **Fouriertransformation.**

Die Funktion  $h(x)$  sei gegeben durch

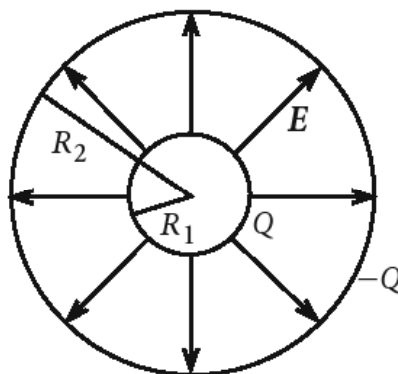
$$h(x) = \int_{-\infty}^{\infty} dx' f(x')g(x - x').$$

Berechnen Sie die Fouriertransformierte von  $h(x)$ ,  $\tilde{h}(k)$ , als Funktion der Fouriertransformierten von  $f(x)$  und  $g(x)$  ( $\tilde{f}(k)$  bzw.  $\tilde{g}(k)$ ). **2 Punkte**

2. **Homogen geladener Draht.**

Gegeben sei ein unendlich langer, gerader, homogen geladener Draht mit Linienladungsdichte  $\lambda$ . Berechnen Sie das elektrische Feld, das von diesem Draht verursacht wird. (Wählen Sie dazu ein passendes Koordinatensystem.) **2 Punkte**

3. **Kugelkondensator.**



Ein Kugelkondensator sei gegeben durch zwei konzentrische, leitende Kugeln mit Radien  $R_2 > R_1$  (siehe auch Skizze). Auf der inneren (äußeren) Kugel befinde sich die Ladung  $Q$  ( $-Q$ ). Berechnen Sie die Kapazität dieses Kugelkondensators.

**2 Punkte**

#### 4. Ein Integralsatz.

Leiten Sie die folgende Beziehung her:

$$\int_V \nabla \times \mathbf{b} \, d^3r = \int_{\partial V} d\mathbf{f} \times \mathbf{b},$$

wobei  $\mathbf{b}(\mathbf{r})$  ein Vektorfeld ist. (Hinweis: wenden Sie den Gauß'schen Satz auf das Vektorfeld  $\mathbf{A} \times \mathbf{b}(\mathbf{r})$  an, wobei  $\mathbf{A}$  ein konstanter Vektor ist.) **2 Punkte**

#### 5. Elektromagnetische Wellen in einem Leiter.

Betrachten Sie einen elektrischen Leiter mit Leitungsstrom  $\mathbf{j} = \sigma \mathbf{E}$  sowie  $\mathbf{B} = \mu_r \mu_0 \mathbf{H}$  und  $\mathbf{D} = \varepsilon_r \varepsilon_0 \mathbf{E}$ , allerdings ohne freie Ladungen. Finden Sie die Dispersionsrelation ( $k(\omega)$ ) für elektromagnetische Wellen in diesem Leiter. **2 Punkte**

#### 6. Diskrete Fouriertransformation.

Die diskrete Fouriertransformierte von  $x_n$  ist gegeben durch

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-\frac{2\pi i}{N} kn}.$$

Zeigen Sie, daß die folgende Gleichung gilt:

$$\sum_{n=0}^{N-1} x_n y_n^* = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X_k Y_k^*,$$

wobei  $y_n^*$  und  $Y_k^*$  die komplex Konjugierten von  $y_n$  bzw.  $Y_k$  sind. **2 Punkte**