

Übungen zu Physik III

H.F. Arlinghaus, R. Friedrich, Veranstaltung Nr. 110969, WS 2005/06

<http://pauli.uni-muenster.de/menu/Arbeitsgebiete/friedrich/lehrews0506.html>

*=Aufgaben aus der Experimentalphysik

SCHRIFTLICH:

Aufgabe 1: Widerstandsnetzwerk* (2 P)

Die Kanten eines Würfels werden von 12 gleichen Drähten von je $6\ \Omega$ Widerstand gebildet. Wie groß ist der Widerstand, gemessen zwischen den Endpunkten einer Raumdiagonalen?

MÜNDLICH:

Aufgabe 2: Ladungsverteilung, Ladung und Dipolmoment

1) Der Raum zwischen zwei konzentrischen Kugeln mit dem Radius R_i und R_a ($R_i < R_a$) sei mit der Dichte (Ladungsverteilung)

$$\rho(\mathbf{r}) = \begin{cases} \alpha/r^2 & \text{für } R_i < r < R_a \\ 0 & \text{sonst} \end{cases} \quad (1)$$

geladen. Es sei $\mathbf{r} = (x, y, z)$, $|\mathbf{r}| = r$ und $\alpha > 0$. Berechnen Sie die Gesamtladung. (1 P)

2) Berechnen Sie für die Ladungsverteilung (abgeschirmte Punktladung)

$$\rho(\mathbf{r}) = q \left[\delta(\mathbf{r}) - \frac{\alpha^2 \exp\{-\alpha r\}}{2\pi r} \right] \quad (2)$$

die Gesamtladung ($\alpha > 0$). Hier $\delta(\mathbf{r})$ sei die Deltafunktion. (1 P)

3) Eine Hohlkugel vom Radius R trage die Ladungsdichte

$$\rho(\mathbf{r}) = \sigma_0 \delta(r - R) \cos \vartheta . \quad (3)$$

Dabei sei \mathbf{r} in Kugelkoordinaten gegeben: $\mathbf{r} = (r \cos \varphi \sin \vartheta, r \sin \varphi \sin \vartheta, r \cos \vartheta)$. Berechnen Sie die Gesamtladung Q und das Dipolmoment $\mathbf{p} = \int \mathbf{r} \rho(\mathbf{r}) d^3r$. (2 P)

Aufgabe 3: Multipolentwicklung und Symmetrien

Eine gegebene Ladungsverteilung $\rho(\mathbf{r})$ besitze axiale Symmetrie um die z -Achse. Es sei Q_{ik} der Quadrupoltensor mit $i, k \in \{x, y, z\}$.

- 1) Zeigen Sie, dass der Quadrupoltensor diagonal ist. (1 P)
- 2) Verifizieren Sie, dass $Q_{xx} = Q_{yy} = -0.5Q_{zz}$. (1 P)
- 3) Berechnen Sie das Potential und die elektrische Feldstärke des Quadrupols als Funktion von Q_{zz} . (2 P)