



1. Fluss durch einen Würfel (4 Punkte)

Eine Punktladung q befinde sich an einem Eckpunkt eines Würfels der Kantenlänge a . Wie groß ist der elektrische Fluss durch die nicht an diesen Punkt angrenzenden Seiten des Würfels?

- (a) Bestimmen Sie den gesuchten Wert ohne längeres Rechnen mit Hilfe des Gauß'schen Satzes, indem Sie zunächst einen größeren Würfel betrachten, bei dem sich die Ladung im Mittelpunkt befindet.
- (b) Verifizieren Sie das Ergebnis durch explizites Nachrechnen.

2. Driftgeschwindigkeit von Leitungselektronen (6 Punkte)

Kupfer hat eine relative Atommasse von 64 und eine Dichte von $8,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

- (a) Berechnen Sie die Anzahl der Kupferatome in einem Kubikmeter und den ungefähren Durchmesser eines Atoms.
- (b) Wie groß ist die Ladung Q der Leitungselektronen in einem Kupferdraht von 1 m Länge und einem Querschnitt von 1 mm^2 ?
- (c) Berechnen Sie die Driftgeschwindigkeit der Leitungselektronen in m/h , wenn durch den Draht ein Strom von $1 \text{ A} = 2,99792458 \times 10^9 \text{ ESU/s}$ fließt.

3. Kraft zwischen einer Punkt- und einer Linienladung (4 Punkte)

Eine gleichförmige Linienladung von λ (in ESU/cm) befinde sich im Abstand r von einer Ladung Q mit entgegengesetztem Vorzeichen.

- (a) Berechnen Sie die Anziehungskraft.
- (b) Zeigen Sie, dass sich dieselbe Kraft ergibt, wenn die Linienladung durch eine im Fußpunkt des von Q gefällten Lots befindliche Einzelladung von der Größe $Q' = 2\lambda r$ ersetzt wird.

4. Wasserstoffatom (6 Punkte)

Gegeben sei die Ladungsverteilung

$$\rho(\vec{r}) = e_0 \delta(\vec{r}) - \frac{e_0}{\pi a^3} e^{-2r/a}.$$

(quantenmechanischer Grundzustand des H-Atoms, a ist der Bohr'sche Radius) Berechnen Sie unter Benutzung des Gauß'schen Satzes und der Symmetrie des Problems

- (a) die elektrische Feldstärke $\vec{E}(\vec{r})$ and
- (b) das elektrische Potential $\phi(\vec{r})$.
- (c) Wie verhält sich das Potential für große bzw. kleine Entfernungen?