

1. Übungsblatt

Aufgabe 1

Aufgabe 2

(a) Das Gaußsche Gesetz besagt:

$$\int \vec{E} \, d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

Da \vec{E} unabhängig vom Ort auf der Fläche A ist und dazu parallel zum Normalenvektor liegt, kann der Betrag von \vec{E} aus dem Integral gezogen werden.

\vec{E} und \hat{n} zeigen jedoch in verschiedene Richtungen; \hat{n} von der Erde weg, das elektrische Feld richtugn Erde. Daher entsteht ein negatives Vorzeichen.

Die Flächenladungsdichte σ lautet somit:

$$\begin{aligned} \int \vec{E} \, d\vec{A} &= -|\vec{E}| \int d\vec{A} = -|\vec{E}| * A = \frac{Q}{\epsilon_0} \\ \Rightarrow \sigma &= \frac{Q}{A} = -E * \epsilon_0 \end{aligned}$$

(b) Wenn man die Ladungsdichte σ aus (a) mit der Fläche A multipliziert erhält man die Gesamtladung:

$$Q_{\text{Gesamt}} = \sigma * A = -EA\epsilon_0 = -\epsilon_0 * E * 4\pi r_E^2$$

(c) Die Kraft die auf eine Kugel wirkt ist die Summe aus Gewichtskraft und Coulomkraft. Aus dem zweiten newtonschen Axiom folgt dann die Beschleunigung.

$$F_{\text{Gesamt}} = F_G + F_{Co} = mg + E * q_{Kugel} \Rightarrow a = g + \frac{E * q_{Kugel}}{m}$$

Aus der Formel für den freien Fall können wir die benötigten Zeiten für den Fall bestimmen:

$$\begin{aligned} \Delta h &= \frac{1}{2} a * (\Delta t)^2 \\ \Rightarrow \Delta t &= \sqrt{\frac{2 * \Delta h}{a}} \end{aligned}$$

$$\Delta t_{\text{ungeladen}} = \sqrt{\frac{2 * \Delta h}{g}} = \sqrt{\frac{2 * 2m}{10m/s^2}} \approx 0.6325s$$

$$\Delta t_{\text{geladen}} = \sqrt{\frac{2 * \Delta h}{g + \frac{E * q_{Kugel}}{m}}} = \sqrt{\frac{4m}{10m/s^2 + \frac{150N/C * 100\mu C}{0.1Kg}}} = \sqrt{\frac{4m}{10m/s^2 + 0.15m/s^2}} \approx 0.6278s$$

Die geladene Kugel erreicht somit die Erde ungefähr $0.0047s$ schneller als die Ungeladene.

Aufgabe 3

Aufgabe 4