Aufgabenblatt – Elektrische Feldstärke in radialen Felder

Aufgabe 1

a) Zwei Kugeln (Radien r_1 = 5 cm, r_2 = 10 cm) tragen die gleiche Ladung. In welchem Verhältnis stehen die elektrischen Feldstärken an ihren Oberflächen?

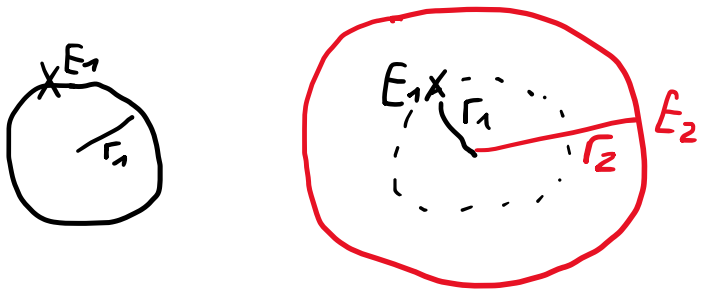
$$X \cdot \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{(0{,}05\,m)^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{(0{,}1\,m)^2} \quad \Big| \cdot 4\pi\varepsilon_0 \quad \Big| : Q \quad \Big| \cdot (0{,}05\,m)^2$$

$$\Rightarrow \quad X = \frac{(0{,}05\,m)^2}{(0{,}1\,m)^2} = 0{,}25$$

Antwort: Die elektr. Feldstärke ist an der Oberfläche der kleineren Kugel 4 mal so groß.

b) Widerspricht dieses nicht, dem Ergebnis des Cavendish-Versuchs? Nutze gegebenenfalls eine Zeichnung, um das zu erklären.

Nein. Nach Cavendish ist die elektrische Feldstärke an einem Ort, der <u>jeweils außerhalb</u> von zwei gleich geladenen Kugeln unabhängig vom Radius der Kugeln. In unserem Beispiel bestimmen wir die elektrische Feldstärke auf der Oberfläche einer Kugel mit dem Radius von 5 cm und vergleichen diese mit der Feldstärke einer Kugel, die einen Radius von 10 cm hat. Der erste Punkt (r = 5 cm) liegt als <u>innerhalb</u> der zweiten Kugel. Das widerspricht der oben genannten Bedingung.



E_1 liegt innerhalb der größeren Kugel.

Aufgabe 2

Zwei gleich große Kugeln K_1 und K_2 tragen jeweils die gleiche Ladung Q_0. Ihre Mittelpunkte haben einen Abstand von r = 20 cm und sie stoßen sich mit einer Kraft von 10 N ab.

a) Berechne Q_0.

$$F = \frac{1}{4\pi \cdot \varepsilon_0} \cdot \frac{Q_0 \cdot Q_0}{r^2}$$

$$10\,N \cdot 4\pi\varepsilon_0 \cdot (0{,}2\,m)^2 = Q_0^2$$

$$Q_0 = \sqrt{10\,N \cdot 4\pi\varepsilon_0 \cdot (0{,}2\,m)^2} = 6{,}67 \cdot 10^{-6}\,C$$

b) Mit einer dritten, gleich großen, ungeladenen Kugel K_3 wird zunächst K_1 berührt, danach K_2. Berechne die Ladungen Q_1, Q_2 und Q_3, die die Kugeln danach tragen.

K_1 (1) K_3 (0)

Berührung

K_1 (0,5) K_3 (0,5) K_2 (1)

Berührung

K_3 (0,75) K_2 (0,75)

c) Wohin muss nun K_3 gestellt werden, damit sich die Kräfte, die von K_1 und K_2 auf K_3 ausgeübt werden, gerade aufheben?

$$\frac{0{,}5 \cdot 0{,}75}{(r_1)^2} = \frac{0{,}75 \cdot 0{,}75}{(r_2)^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{0{,}375}{(r_1)^2} = \frac{0{,}5625}{(r_2)^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{0{,}375}{0{,}5625} = \frac{(r_1)^2}{(r_2)^2}$$

$$0{,}667 = \frac{(r_1)^2}{(r_2)^2}$$

$$(r_2)^2 \cdot 0{,}667 = (r_1)^2$$

$$r_2 \cdot \sqrt{0{,}667} = r_1$$

$$0{,}81 \cdot r_2 = r_1$$

K_1 —— 0,81 cm —— K_3 —— 1 cm —— K_2