

PN2 – Übung

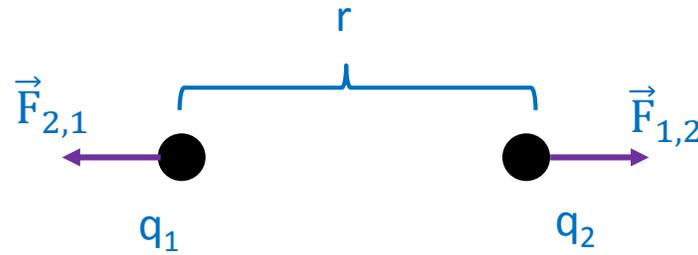
08.05.2020

Aufgabe 1

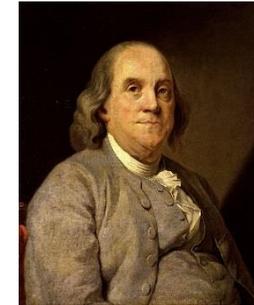
Coulomb'sches Gesetz. Zwei kleine Körper üben in der gegenseitigen Entfernung $r_1 = 15 \text{ cm}$ die Kraft $F = 200 \text{ N}$ aufeinander aus. Die Körper können als geladene Massenpunkte mit dem gleichen Ladungsbetrag betrachtet werden.

- a) Wie groß sind die Ladungen?
- b) Wie groß würde die Kraft in der Entfernung $r_2 = 25 \text{ cm}$ und $r_3 = 35 \text{ cm}$ sein?

Skizze



Ladungserhaltung: Es gibt **positive und negative** Ladungen. Ladungen mit gleichen Vorzeichen stoßen sich ab – Ladungen mit unterschiedlichen Vorzeichen ziehen sich an.



NEU: Coulombsches Gesetz:

$$\Rightarrow |\vec{F}_{1,2}| = |\vec{F}_{2,1}| = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad \text{mit} \quad K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$

- ϵ_0 ist die Dielektrizitätskonstante [= $8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)$]

Das Coulomb'sche Gesetz lautet:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

Beide Ladungen gleich!!

Hier gilt $q_1 = q_2$ und damit:

$$q = \sqrt{F 4\pi\epsilon_0 \cdot r^2}$$

Mit den Werten für r_1 und $F = 200 \text{ N}$ ergibt sich eine Ladung von $2,2 \cdot 10^{-5} \text{ C}$. In der Entfernung von $r_2 = 25 \text{ cm}$ folgt bei dieser Ladung eine Kraft von $F = 69,6 \text{ N}$ und in einer Entfernung von $r_3 = 35 \text{ cm}$ ist $F = 35,5 \text{ N}$.

Aufgabe 2

Gravitation vs. Coulomb Kraft.

- a) Berechnen Sie den Betrag der Coulomb Kraft zwischen zwei Elektronen in einem Abstand $r = 2.7 \cdot 10^{-10} m$ und vergleichen Sie diesen mit dem Betrag der Gravitationskraft zwischen den Elektronen.
- b) Betrachten Sie zwei kleine Kugeln der Masse $m = 15g$ und den Ladungen $q_1 = 3.5 \cdot 10^{-12} C$ und q_2 . Wie groß muss q_2 sein, damit sich Coulomb Kraft und Gravitationskraft gerade aufheben? Für welchen Abstand gilt das Kräftegleichgewicht?

a) Die Elektronen tragen je eine Elementarladung $e = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ und haben die Masse $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. Es sind also:

$$\text{PN1} \longrightarrow F_G = G \frac{m_e^2}{r^2}$$

$$F_C = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = 3.16 \text{ nN}$$

Das Verhältnis aus beiden Kräften ist also:

$$R = \frac{F_G}{F_C} = \frac{4\pi\epsilon_0 G m_e^2}{e^2} = 2.4 \cdot 10^{-43}$$

b) Für das Kräftegleichgewicht gilt $F_G = F_C$ also

$$\frac{Gm^2}{r^2} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

Da beide Kräfte $\propto 1/r^2$ gilt das Kräftegleichgewicht für alle Abstände r und

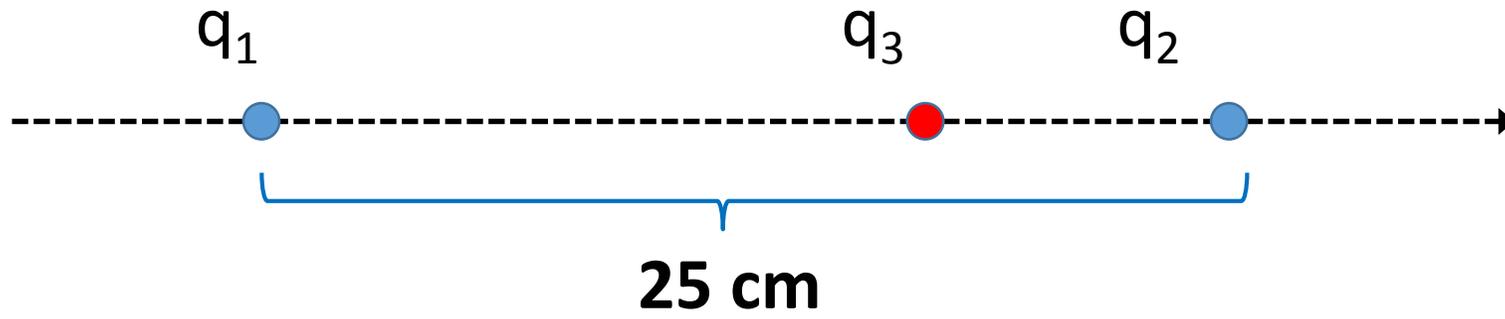
$$q_2 = \frac{4\pi\epsilon_0 Gm^2}{q_1} = \underline{\underline{477 \text{ fC}}}$$

Mit $G = 6.67430(15) \cdot 10^{-11}$

Aufgabe 3

Punktladungen. Drei Punktladungen liegen ortsfest auf der x-Achse. Die Ladungsbeträge seien $q_1 = 2.5 \cdot 10^{-19} C$, $q_2 = 3.6 \cdot 10^{-19} C$ und $q_3 = -3 \cdot 10^{-19} C$. Der Abstand zwischen q_1 und q_2 beträgt $R = 25 cm$, q_3 befindet sich $\frac{3}{4}R$ von q_1 entfernt zwischen q_1 und q_2 . Bestimmen Sie die gesamte auf q_1 wirkende Kraft.

Skizze:



Lösung Die elektrostatische Kraft, die von Teilchen 2 auf Teilchen 1 ausgeübt wird F_{12} , wird durch das Teilchen 3 nicht verändert. Gleiches gilt für die elektrostatische Kraft F_{13} von Teilchen 3 auf Teilchen 1.

$$F_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{R^2} = 1.29 \cdot 10^{-26} \text{ N}$$

$$F_{13} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_3}{\left(\frac{3}{4}R\right)^2} = -1.92 \cdot 10^{-26} \text{ N}$$

$$F_{\text{gesamt}} = F_{12} + F_{13} = -6.3 \cdot 10^{-27} \text{ N}$$