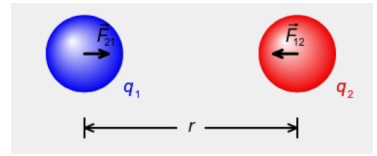


Radialsymmetrische Felder: Das Coulomb-Gesetz



COULOMB-Gesetz

Zwei punktförmige Ladungen 1 und 2 üben aufeinander die Kräfte \vec{F}_{12} (Kraft, die Ladung 1 auf Ladung 2 ausübt) und \vec{F}_{21} (Kraft, die Ladung 2 auf Ladung 1 ausübt) aus; diese Kräfte bezeichnen wir als COULOMB-Kräfte.

Die Richtung dieser Kräfte verläuft auf der Verbindungsgerade der beiden Ladungsschwerpunkte, die beiden Kräfte sind (wegen des Wechselwirkungsgesetzes) entgegengesetzt gerichtet.

Die beiden Kräfte \vec{F}_{12} und \vec{F}_{21} haben (wegen des Wechselwirkungsgesetzes) den gleichen Betrag F_C ; dieser ist proportional zu beiden Ladungen q_1 und q_2 und umgekehrt proportional zum Quadrat ihres Abstandes r :

$$F_C = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad \text{mit } \epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$$

Der Proportionalitätsfaktor ϵ_0 heißt elektrische Feldkonstante oder Dielektrizitätskonstante des Vakuums.

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$$

$$1. \quad F_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{r^2}$$

a) $F_C = 765 \text{ N}$
 b) $F_C = 3 \cdot 10^3 \text{ N}$

$$2. \quad Q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = e$$

a) $F_C = 9,2 \cdot 10^{-8} \text{ N}$
 b) $F_G = \gamma \frac{m_p m_e}{r^2} = 4,1 \cdot 10^{-47} \text{ N}$

$$r = \frac{d}{2}$$

$$\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$$

Aufgaben

- Berechnen Sie die Kraft, mit der ein geladener Körper im Feld eines gleich geladenen Körpers mit der Ladung
 - $Q = 35 \mu\text{C}$ im Abstand $r = 12 \text{ cm}$, b) $Q = 1 \text{ C}$ im Abstand $r = 1 \text{ m}$ abgestoßen wird.
- Der Abstand zwischen Proton und Elektron im H-Atom ist $d = 10^{-10} \text{ m}$. Das Proton trägt die Ladung $Q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, das Elektron eine gleich große, aber negative Ladung.
 - Berechnen Sie die anziehende Coulomb-Kraft, die das Elektron im elektrischen Feld des Protons erfährt.
 - Berechnen Sie die anziehende Gravitationskraft, die das Elektron im Gravitationsfeld des Protons erfährt ($m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$).
 - Bestimmen Sie das Verhältnis der elektrostatischen Anziehungskraft zur Gravitationskraft. Erläutern Sie, ob das Verhältnis vom Abstand der Teilchen abhängt.

Nein!
 (r hat sich vorgekürzt)

$$c) \quad \frac{F_C}{F_G} = \frac{\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}}{\gamma \frac{m_p m_e}{r^2}} = \frac{Q^2 \cancel{r^2}}{4\pi\epsilon_0 \gamma m_p m_e} = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 \gamma m_p m_e} = 2,2 \cdot 10^{39}$$

5. Zwei kleine Metallkugeln mit gleicher Masse m und gleicher Ladung Q hängen an zwei isolierenden Fäden der Länge l . Leiten Sie eine Formel für den Abstand d her, den die Kugeln im Gleichgewichtszustand voneinander haben und bestimmen Sie für $l = 1 \text{ m}$, $m = 1 \text{ g}$ und $d = 3 \text{ cm}$ die Ladung Q der Kugeln.

