

1 Elektrizität und Magnetismus

1.1. Die elektrische Ladung

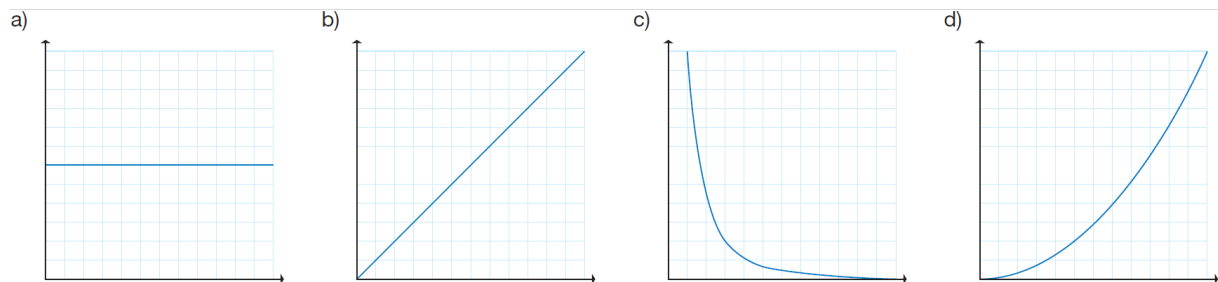
Das Coulomb'sche Gesetz

A 1. Vergleichen Sie die Stärke der elektrischen Kraft und der Gravitationskraft für zwei Elektronen.

Verwenden Sie für diesen Zweck die Formeln $F_G = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ und $F_E = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$. Das Elektron hat die Elementarladung $-1,60 \cdot 10^{-19} \text{C}$ und die Masse $9,11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$. Die Gravitationskonstante $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$ und die Proportionalitätskonstante $k = 8,99 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$. **A++ B++**

A 2. Welche der vier abgebildeten Darstellungen präsentiert Aspekte des Coulomb'schen Gesetzes?

Begründen Sie Ihre Antwort und beschriften Sie die Achsen des Koordinatensystems. **A++ B++**



A 3. Das Coulomb'sche Gesetz ist durch die Formel $F_E = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ gegeben, wobei k eine Konstante,

Q_1 und Q_2 elektrische Ladungen zweier Körper und r die Distanz zwischen den Körpern sind.

B++ C++

a) Zeigen Sie durch entsprechende Berechnung, wie sich die Coulomb'sche Kraft verändert, wenn die Distanz r halbiert wird.

b) Zeigen Sie durch entsprechende Berechnung, wie sich die Coulomb'sche Kraft verändert, wenn die Ladungen Q_1 und Q_2 vervierfacht werden.

c) Zeigen Sie durch entsprechende Berechnung, wie sich die Coulomb'sche Kraft verändert, wenn die Distanz r halbiert und die Ladung Q_2 geviertelt werden.

LÖSUNGEN

1.1. Ladung und elektrische Kraft

Das Coulomb'sche Gesetz

A 1. Vergleichen Sie die Stärke der elektrischen Kraft und der Gravitationskraft für zwei Elektronen.

Verwenden Sie für diesen Zweck die Formeln $F_G = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ und $F_E = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$. Das Elektron hat die Elementarladung $-1,60 \cdot 10^{-19} \text{C}$ und die Masse $9,11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$. Die Gravitationskonstante $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$ und die Proportionalitätskonstante $k = 8,99 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$. **B++ C++**

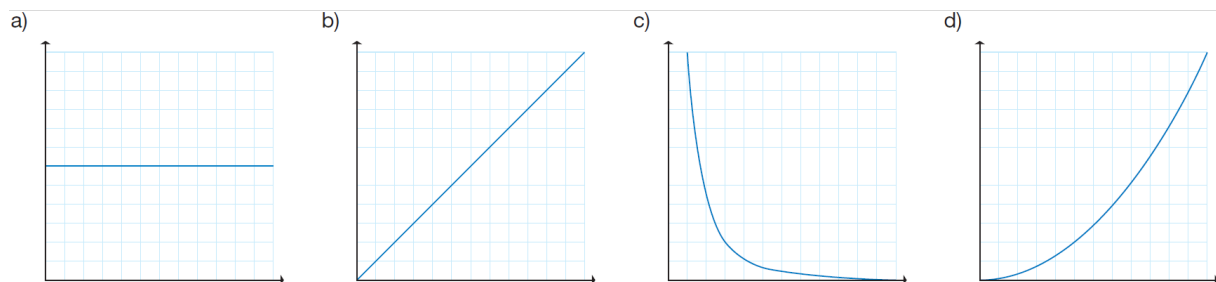
Es wird der Quotient zwischen der elektrischen Kraft und der Gravitationskraft gebildet, um die Stärke zu ermitteln. Man erhält für den Faktor:

$$\frac{F_E}{F_G} = \frac{k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}}{G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}} = \frac{k \cdot Q_1 \cdot Q_2}{G \cdot m_1 \cdot m_2} = \frac{8,99 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2 \cdot (-1,60 \cdot 10^{-19} \text{C})^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2 \cdot (9,11 \cdot 10^{-31} \text{kg})^2} \approx 4,16 \cdot 10^{42}$$

Die elektrische Kraft ist um den Faktor 10^{42} größer als die Gravitationskraft.

A 2. Welche der vier abgebildeten Darstellungen präsentiert Aspekte des Coulomb'schen Gesetzes?

Begründen Sie Ihre Antwort und beschriften Sie die Achsen des Koordinatensystems. **A++ B++**



Die Grafiken b) und c) präsentieren Aspekte des Coulomb'schen Gesetzes. Bei b) geht es um die direkte Proportionalität der Coulomb'schen Kraft zu der Ladung Q . Auf der x-Achse ist die Ladung, auf der y-Achse die Kraft abgebildet. Bei c) geht es um den Zusammenhang zwischen der Coulomb'schen Kraft und dem Abstand r . Auf der x-Achse ist der Abstand, auf der y-Achse die Kraft dargestellt.

A 3. Das Coulomb'sche Gesetz ist durch die Formel $F_E = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ gegeben, wobei k eine Konstante,

Q_1 und Q_2 elektrische Ladungen zweier Körper und r die Distanz zwischen den Körpern sind.

B++ C++

a) Zeigen Sie durch entsprechende Berechnung, wie sich die Coulomb'sche Kraft verändert, wenn die Distanz r halbiert wird.

$$F_{E,neu} = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{(r/2)^2} = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2/4} = 4 \cdot F_E$$

Wenn die Distanz r halbiert wird, dann vervierfacht sich die Coulomb'sche Kraft.

b) Zeigen Sie durch entsprechende Berechnung, wie sich die Coulomb'sche Kraft verändert, wenn die Ladungen Q_1 und Q_2 vervierfacht werden.

$$F_{E,neu} = k \cdot \frac{4Q_1 \cdot 4Q_2}{r^2} = k \cdot \frac{16 \cdot Q_1 \cdot Q_2}{r^2} = 16 \cdot F_E$$

Wenn die elektrischen Ladungen Q_1 und Q_2 vervierfacht werden, dann versechszehnfacht sich die Coulomb'sche Kraft.

c) Zeigen Sie durch entsprechende Berechnung, wie sich die Coulomb'sche Kraft verändert, wenn die Distanz r halbiert und die Ladung Q_2 geviertelt werden.

$$F_{E,neu} = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2/4}{(r/2)^2} = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2/4}{r^2/4} = F_E$$

Wenn die Distanz r halbiert und die Ladungen Q_2 geviertelt werden, dann verändert sich nicht die Coulomb'sche Kraft.