Q1 Phy | Lösungen zu den „Übungen zum Thema Coulomb-Kraft“ 08.11.14

1.| Vergleich mit Gravitation

a) $F_G = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg\,s^2} \cdot \frac{1{,}67 \cdot 10^{-27} kg \cdot 9{,}109 \cdot 10^{-31} kg}{2{,}65 \cdot 10^{-11} m} = \underline{\underline{3{,}829 \cdot 10^{-57} N}}$

$F_E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q \cdot Q}{r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1{,}602 \cdot 10^{-19} C \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19} C}{2{,}65 \cdot 10^{-11} m} = \underline{\underline{8{,}708 \cdot 10^{-18} N}}$

→ Faktor, um den F_E größer ist als F_G: $F_E = b \cdot F_G \Rightarrow b = \frac{F_E}{F_G} = \underline{\underline{2{,}274 \cdot 10^{39}}}$

Die elektrische Anziehungskraft ist also unfassbar viel stärker als die gravitativ bedingte Anziehungskraft.

b) Jetzt soll der Faktor b, um den F_E größer ist als F_G, allgemein ermittelt werden:

$F_E = b \cdot F_G \Rightarrow b = \frac{F_E}{F_G}$. Dieser Faktor soll nun unabhängig vom Abstand r sein:

Beweis: $b = \frac{F_E}{F_G} = \frac{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q\,Q}{r^2}}{G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}} = \frac{(4\pi\varepsilon_0)^{-1} \cdot q \cdot Q \cdot \cancel{r^{-2}}}{G \cdot m_1 \cdot m_2 \cdot \cancel{r^{-2}}} = \frac{(4\pi\varepsilon_0)^{-1} \cdot q\,Q}{G \cdot m_1 \cdot m_2}$ q.e.d.

Da sich r rauskürzt, ist der Faktor b tatsächlich von r unabhängig. Setzt man für $m_{1,2}$ und q, Q die Werte aus der Aufgabenstellung ein, so erhält man den gleichen Faktor wie unter a).

c) Die Ladungen sind gleich groß, deshalb ist $q \cdot Q = q \cdot q = q^2$.

Die Massen sollen auch gleich groß sein, daher $m_1 \cdot m_2 = m_1 \cdot m_1 = m_1^2$

Damit ist $F_E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q^2}{r^2}$ und $F_G = G \cdot \frac{m^2}{r}$. Die Kräfte sollen gleich groß sein, daher setzen wir sie gleich: $F_E = F_G$ und stellen nach m um:

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q^2}{r^2} = G \cdot \frac{m^2}{r^2} \quad | \cdot r^2 \quad | : G \quad | \sqrt{\ }$$

$$\Rightarrow m = \sqrt{\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 \cdot G}} = \sqrt{\frac{(12 \cdot 10^{-9} C)^2}{4\pi\varepsilon_0 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg\,s^2}}} = \underline{\underline{1271894{,}65\,kg}}$$

2.|

a) $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-9} C}{(0{,}3m)^2} = \underline{\underline{99{,}91 \frac{V}{m}}}$

b) $F = q \cdot E \Rightarrow q = \frac{F}{E} = \frac{10 \cdot 10^{-6} N}{99{,}91 \frac{V}{m}} = 1 \cdot 10^{-7} C = \underline{\underline{0{,}1 \mu C}}$

c) $q_1 = Q \Rightarrow q \cdot Q = q^2$

$\Rightarrow F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q^2}{r^2} \quad | \cdot r^2 \cdot 4\pi\varepsilon_0 \quad | \sqrt{\ }$

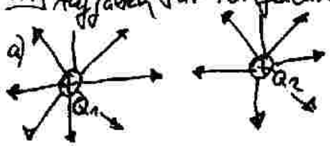
$\Rightarrow q = \sqrt{F \cdot r^2 \cdot 4\pi\varepsilon_0} = \sqrt{2 \cdot 10^{-2} N \cdot (0{,}1m)^2 \cdot 4\pi\varepsilon_0} = \underline{\underline{1{,}49 \cdot 10^{-7} C}}$

1

Q1 Phy | Lösungen zu den „Übungen zum Thema Coulomb“ 08.11.14

3.| Aufgaben für Fortgeschrittene

a)

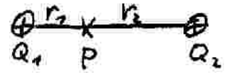


Die Feldlinien beider Ladungen sind entgegengerichtet.

Gesucht ist der Punkt auf der Verbindungslinie, bei dem die Kraft auf eine Probeladung q Null ist.

Das ist der Punkt, bei dem sich die Feldstärken der beiden elektrischen Felder genau wegheben:

$E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q_1}{r_1^2}$ $\qquad E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q_2}{r_2^2}$



$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q_1}{r_1^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q_2}{r_2^2} \quad | \cdot 4\pi\varepsilon_0$$

$$\frac{Q_1}{r_1^2} = \frac{Q_2}{r_2^2} \quad | \cdot r_2^2 \cdot r_1^2 : Q_2 \quad | \sqrt{\ }$$

$$\sqrt{\frac{Q_1}{Q_2}} \cdot r_2 = r_1 \quad | \text{Werte für } Q_1, Q_2 \text{ einsetzen}$$

$$\frac{1}{2} \cdot r_2 = r_1$$

⇒ Der Punkt ist dort, wo der Abstand zu Q_2 doppelt so groß ist, wie der Abstand zu Q_1.

b) Leider fehlt eine Angabe in der Aufgabenstellung! (der Abstand zwischen beiden Kugeln)