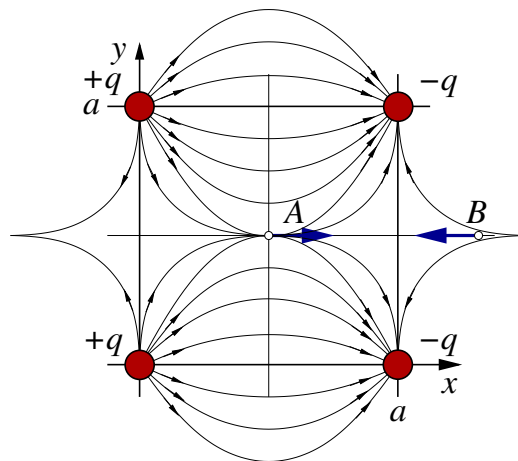


Übungen und Ergänzungen zur Einführung in die Physik II  
für Studierende  
der Biologie, Pharmazie und Geowissenschaften

Serie 1 / 04.03.2021

Lösungen

**Aufgabe 1.**



**Aufgabe 2.**

(a) Berechnung der Gravitationskraft:

$$F_G = \gamma \frac{m^2}{R^2} = 1.5 \cdot 10^{-13} \text{ N}$$

wobei die Masse:

$$m = \frac{4\pi r^3 \rho}{3} = 47.501 \text{ g}$$

(b) Berechnung der Coulombkraft:

$$F_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{R^2}$$

Es ist:  $Q = Q_1 = Q_2$  die Gesamtladung der Kugeln.  $Q$  ist gleich der Anzahl der Elektronen mal Elektronladung  $Q = n \cdot q$ . Die Anzahl der Atome ergibt sich aus:

$$n = \frac{m \cdot N_A}{A}$$

mit  $N_A =$  Avogadrozahl, und  $A =$  atomarer Masse. Also:

$$F_C = \frac{n^2 q^2}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{m^2 N_A^2 q^2}{4\pi\epsilon_0 A^2 R^2} = \frac{4\pi r^6 \rho^2 N_A^2 q^2}{9\epsilon_0 A^2 R^2} = 4.38 \cdot 10^{18} \text{ N}$$

(c) Jetzt muss  $F_G \stackrel{!}{=} F_C$  gelten.

$$\frac{F_C}{F_G} = \frac{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{R^2}}{\frac{m^2}{\gamma R^2}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\gamma} \left(\frac{Q}{m}\right)^2 \stackrel{!}{=} 1$$

$$\left(\frac{Q}{m}\right) = \sqrt{4\pi\epsilon_0\gamma} = 8.614 \cdot 10^{-11} \text{ C/kg}$$

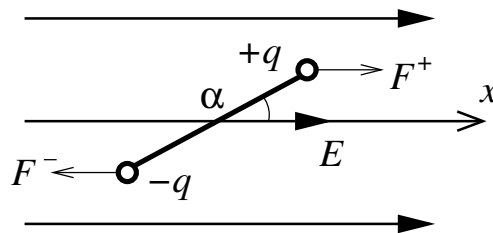
Das Ergebnis ist unabhängig von der Art der Körper, die sich gegenseitig beeinflussen. Für die Wechselwirkung zwischen zwei Protonen oder zwei Elektronen gilt dieses Ergebnis ebenfalls. In letzterem Fall muss man für  $Q$  und  $m$  die Elementarladung und die Elektronmasse verwenden.

### Aufgabe 3.

(a) Dipolmoment:

$$\vec{p} = q \cdot \vec{a} = 3.58 \cdot 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$$

(b) Die Kräfte  $\vec{F}^-$  und  $\vec{F}^+$  sind von gleichem Betrag, zeigen aber in entgegengesetzte Richtungen. Dies führt zu einem Drehmoment des Dipols um das Zentrum, was letztlich eine Ausrichtung des Dipols parallel zu den Feldlinien zur Folge hat.



Kräfte auf die Ladungen im  $E$ -Feld:

$$F^+ = E \cdot q^+ \quad \text{bzw.} \quad F^- = E \cdot q^-$$

Drehmomente:

$$\vec{M}^\pm = \vec{r} \times \vec{F}^\pm \quad \Rightarrow \quad M^\pm = r^\pm \cdot F^\pm \cdot \sin \alpha$$

Mit  $r = d/2$ :

$$M_T = 2 \cdot r \cdot E \cdot |q| \cdot \sin \alpha = 4.53 \cdot 10^{-27} \text{ Nm}$$

(c) In einem nicht homogenen elektrischen Feld, sind die Kräfte  $\vec{F}^-$  und  $\vec{F}^+$  nicht gleich gross. Der Dipol wird in Richtung des grösseren  $E$ -Felds gezogen.

### Aufgabe 4.

(a) Für das Verhältnis zwischen Ladung und Masse gilt:

$$\frac{|e|}{m_e} = \frac{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{9.109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = 1.76 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}}$$

(b) Für die Beschleunigung durch das elektrische Feld gilt:

$$|a| = \frac{|F_{\text{el}}|}{m_e} = \frac{|e| \cdot |E|}{m_e} = \frac{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 100 \text{ NC}^{-1}}{9.109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = 1.76 \cdot 10^{13} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Das Elektron wird entgegen der Feldrichtung beschleunigt.