

## Übung 6                      Elektrisches Feld                                     Elektrostatische Kraft, Elektrischer Feldvektor

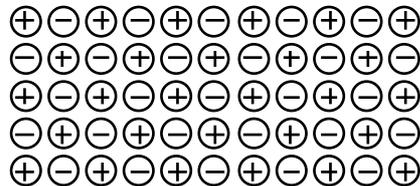
### Lernziele

- das Coulomb'sche Gesetz zur Analyse von einfacheren Ladungsverteilungen anwenden können.
- die elektrostatische Kraft zwischen zwei elektrischen Ladungen bestimmen können.
- den Zusammenhang zwischen den Richtungen der elektrostatischen Kraft und des elektrischen Feldvektors verstehen.
- die Richtung und den Betrag eines Feldvektors im elektrischen Feld einer einfacheren Ladungsverteilung bestimmen können.

### Aufgaben

#### Elektrostatische Kraft

1. Begründen Sie die Festigkeit des folgenden Ionengitters:



2. Zwei Körper tragen die gleiche elektrische Ladung und befinden sich in einem Abstand von 20 cm. Die Körper erfahren je eine abstossende elektrostatische Kraft von  $1.5 \cdot 10^{-2}$  N.  
Bestimmen Sie die Ladungen der beiden Körper.
3. Zwei Körper mit den Ladungen  $Q_1 = + 3 \cdot 10^{-9}$  C und  $Q_2 = - 2 \cdot 10^{-9}$  C haben den Abstand 2 m. Ein dritter Körper mit der Ladung  $Q_3 = + 1 \cdot 10^{-9}$  C befindet sich in der Mitte der Verbindungslinie zwischen den beiden anderen Körpern.  
Bestimmen Sie die Richtung der auf den dritten Körper wirkenden resultierenden elektrostatischen Kraft.
4. Zwei Körper mit den Ladungen  $Q_1 = + 2 \cdot 10^{-12}$  C und  $Q_2 = + 8 \cdot 10^{-12}$  C haben den Abstand d. In welchem Punkt auf der Verbindungslinie zwischen den beiden Körpern ist die resultierende elektrostatische Kraft auf einen dritten Körper der Ladung  $Q_3 = + 5 \cdot 10^{-12}$  C gleich Null?
5. Zwei Kügelchen von je 1.0 g Masse hängen an (als masselos angenommenen) Seidenfäden von je 1.0 m Länge, die im selben Punkt befestigt sind.  
Auf welchen gleichen Betrag müssten die Kügelchen aufgeladen werden, damit sich ihre Mittelpunkte bis zu einer Entfernung von 6.0 cm abstossen würden?

*Elektrischer Feldvektor*

6. Ein Probekörper mit der Probeladung  $q$  befinde sich an irgend einer Stelle in einem elektrischen Feld.  $F_{el}$  sei die resultierende elektrostatische Kraft, die auf den Probekörper wirkt, und  $E$  sei die elektrische Feldstärke am Ort des Probekörpers.
- Beurteilen Sie mit schlüssigen Begründungen, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind:
- $F_{el}$  und  $E$  habe die gleiche Richtung.
  - $F_{el}$  und  $E$  haben entgegengesetzte Richtungen.
  - $F_{el}$  und  $E$  sind weder gleich noch entgegengesetzt gerichtet.
7. Betrachten Sie das elektrische Feld einer **positiven** Punktladung  $Q$ .
- Zeichnen Sie die Punktladung  $Q$  und im Abstand  $r$  davon einen Feldvektor  $E$  mit korrekter Richtung.
  - Drücken Sie den Betrag  $E$  des unter a) gezeichneten Feldvektors  $E$  durch  $Q$  und  $r$  aus.
  - Bestimmen Sie den geometrischen Ort aller Punkte, in welchen alle Feldvektoren den gleichen Betrag haben.
  - Zeichnen Sie noch einmal die Punktladung  $Q$  und in Ihrer Umgebung einige Feldvektoren mit korrekter Richtung und qualitativ richtiger Länge.
8. Betrachten Sie nun das elektrische Feld einer **negativen** Punktladung  $Q$ , und lösen Sie die gleichen Teilaufgaben a) bis d) wie in der Aufgabe 7.
9. An einer Ecke eines Rechtecks mit den Kantenlängen  $a = 2.0$  cm und  $b = 4.0$  cm befindet sich eine elektrische Punktladung  $Q_1 = 3.0 \cdot 10^{-8}$  C, an der diagonal gegenüberliegenden Ecke eine Punktladung  $Q_2 = -4.0 \cdot 10^{-8}$  C.
- Wie gross sind die Beträge der elektrischen Feldstärken  $E_1$  und  $E_2$  an den beiden anderen Ecken des Rechtecks?
  - Bestimmen Sie die Richtungen der Feldvektoren  $E_1$  und  $E_2$ , indem Sie geeignete Winkel angeben.
  - An welchen Orten verschwindet die elektrische Feldstärke, d.h. wo gilt  $E = 0$  ?

**Lösungen**

1. ...

2.  $|Q| = 2.6 \cdot 10^{-7} \text{ C}$   
Die Körper sind entweder beide positiv oder beide negativ geladen.

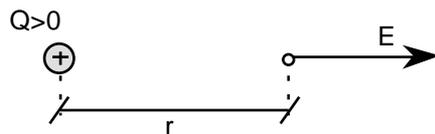
3. Die resultierende elektrostatische Kraft zeigt in Richtung des Körpers mit der Ladung  $Q_2$ .

4. Der dritte Körper hat den Abstand  $\frac{d}{3}$  vom Körper der Ladung  $Q_1$ .

5.  $|Q| = 1.1 \cdot 10^{-8} \text{ C}$

6. ...

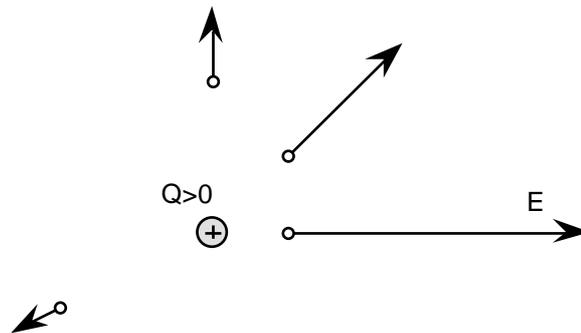
7. a)



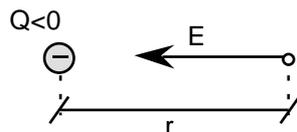
b) 
$$E = \frac{\text{Kraft auf Körper mit Probeladung } q}{\text{Probeladung } q} = \frac{F_{el}}{|q|} = \frac{\frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{|Q| \cdot |q|}{r^2}}{|q|} = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{|Q|}{r^2}$$

c) Kugel mit dem Radius  $r$  und dem Mittelpunkt am Ort der Punktladung  $Q$

d)



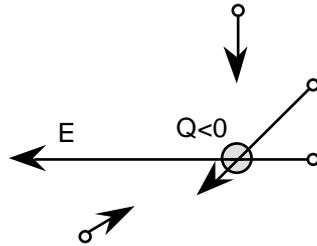
8. a)



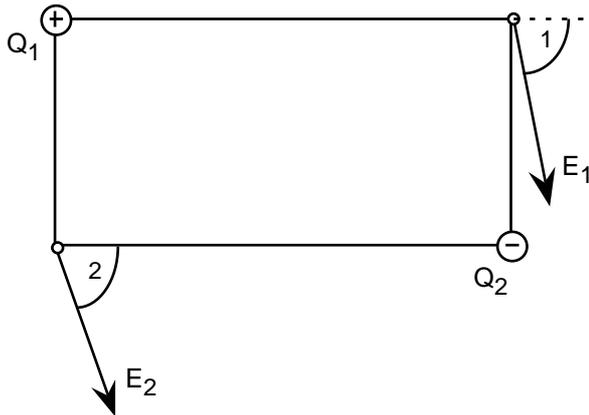
b) 
$$E = \frac{\text{Kraft auf Körper mit Probeladung } q}{\text{Probeladung } q} = \frac{F_{el}}{|q|} = \frac{\frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{|Q| \cdot |q|}{r^2}}{|q|} = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{|Q|}{r^2}$$

c) Kugel mit dem Radius  $r$  und dem Mittelpunkt am Ort der Punktladung  $Q$

d)



9.



- a)  $E_1 = 9.1 \cdot 10^5 \text{ N/C}$        $E_2 = 7.1 \cdot 10^5 \text{ N/C}$
- b)  $1 = 79^\circ$        $2 = 72^\circ$
- c) an keinem Ort