

Übung 6 Elektrisches Feld Elektrostatische Kraft, Coulomb'sches Gesetz, Elektrische Feldstärke

Lernziele

- den Zusammenhang zwischen einer elektrostatischen Kraft und dem dazugehörigen Impulsstrom verstehen.
- das Coulomb'sche Gesetz für die elektrostatische Kraft kennen und anwenden können.
- wissen, dass sich elektrisch geladene Körper abstossen, deren Ladungen das gleiche Vorzeichen haben.
- wissen, dass sich elektrisch geladene Körper anziehen, deren Ladungen unterschiedliche Vorzeichen haben.
- auf elektrisch geladene Körper wirkende Kräfte als Wirkung des elektrischen Feldes verstehen.
- den Begriff "Feldstoff" verstehen.
- wissen, dass im elektrischen Feld sowohl Zug- als auch Druckspannungen herrschen.
- verstehen, dass im elektrischen Feld Impuls fliesst.
- verstehen, wie ein Elektroskop funktioniert.
- das Phänomen Influenz bei elektrischen Leitern verstehen.
- das Phänomen Polarisierung bei Isolatoren verstehen.
- verstehen, wie die elektrische Feldstärke definiert ist.
- den Zusammenhang zwischen der elektrostatischen Kraft und dem elektrischen Feldvektor verstehen und anwenden können.
- die Bedeutung von Betrag und Richtung des elektrischen Feldvektors verstehen.

Aufgaben

Elektrostatische Kraft, Coulomb'sches Gesetz

1. Zwei elektrisch geladene Körper befinden sich in einem bestimmten Abstand. Das elektrische Feld übt auf beide Körper je eine elektrostatische Kraft aus.
Skizzieren Sie die beiden Körper, und zeichnen Sie ...
 - i) ... die beiden elektrostatischen Kräfte ein.
 - ii) ... den zu den beiden elektrostatischen Kräfte gehörenden Impulsstrom ein.
 - a) Beide Körper sind positiv geladen.
 - b) Beide Körper sind negativ geladen.
 - c) Der Körper 1 ist positiv, der Körper 2 negativ geladen.
 - d) Der Körper 1 ist negativ, der Körper 2 positiv geladen.
2. Zwei Körper tragen die gleiche elektrische Ladung und befinden sich in einem Abstand von 20 cm. Auf beide Körper wirkt je eine abstossende elektrostatische Kraft von $1.5 \cdot 10^{-2}$ N.
Bestimmen Sie die Ladungen (Betrag und Vorzeichen) der beiden Körper.
3. 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?
4. Studieren Sie im Buch KPK 1 den folgenden Abschnitt:
- 1.9 Das elektrische Feld (Seiten 15 bis 17)

Elektrische Feldstärke

5. Ein elektrisch geladener Probekörper der Ladung Q befinde sich an irgend einer Stelle in einem elektrischen Feld.
 $\vec{F}_{el}$ sei die elektrostatische Kraft, die auf den Probekörper wirkt, und $\vec{E}$ sei die elektrische Feldstärke am Ort des Probekörpers.
Beurteilen Sie mit schlüssigen Begründungen, unter welcher/welchen Bedingung/en ...
- ... $\vec{F}_{el}$ und $\vec{E}$ die gleiche Richtung haben.
 - ... $\vec{F}_{el}$ und $\vec{E}$ entgegengesetzte Richtungen haben.
 - ... $\vec{F}_{el}$ und $\vec{E}$ weder gleich noch entgegengesetzt gerichtet sind.
6. Betrachten Sie das elektrische Feld, das durch die Ladung Q_1 eines elektrisch **positiv** geladenen, ruhenden, punktförmigen Körpers verursacht wird.
- Zeichnen Sie den geladenen Körper und im Abstand r davon einen Feldvektor $\vec{E}$ mit korrekter Richtung.
 - Drücken Sie den Betrag E des unter a) gezeichneten Feldvektors $\vec{E}$ durch Q_1 und r aus.
 - Geben Sie den geometrischen Ort aller Punkte an, in welchen alle Feldvektoren den gleichen Betrag haben.
 - Zeichnen Sie noch einmal den geladenen Körper und in seiner Umgebung einige Feldvektoren mit korrekter Richtung und qualitativ richtigem Betrag.
7. Betrachten Sie nun das elektrische Feld, das durch die Ladung Q_2 eines elektrisch **negativ** geladenen, ruhenden, punktförmigen Körpers verursacht wird.
Bearbeiten Sie die gleichen Teilaufgaben a) bis d) wie in der Aufgabe 6.
8. Studieren Sie im Buch KPK 1 den folgenden Abschnitt:
- 1.10 Die elektrische Feldstärke (Seiten 18 und 19)
9. Im Abschnitt 1.10 des Buches KPK 1 steht zuunterst auf der Seite 18:
"Der Quotient aus Kraft und Ladung bleibt daher gleich. Sein Wert ist unabhängig von der Ladung des Probekörpers, ...".
Prüfen Sie diese Aussage anhand der Ergebnisse aus den Aufgaben 6 und 7 dieser Übung 6 nach.

Lösungen

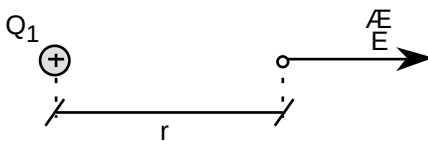
1. Annahmen:
- Der Körper 1 befindet sich links, der Körper 2 rechts.
 - Die positive Richtung zeigt nach rechts.
- a) i) Die beiden Körper werden voneinander weggedrückt.
- Die auf den Körper 1 wirkende Kraft zeigt nach links.
- Die auf den Körper 2 wirkende Kraft zeigt nach rechts.
- ii) Es fliesst Impuls vom Körper 1 über das elektrische Feld zum Körper 2.
- b) i) wie a) i)
ii) wie a) ii)
- c) i) Die beiden Körper werden zueinander hingezogen.
- Die auf den Körper 1 wirkende Kraft zeigt nach rechts.
- Die auf den Körper 2 wirkende Kraft zeigt nach links.
- ii) Es fliesst Impuls vom Körper 2 über das elektrische Feld zum Körper 1.
- d) i) wie c) i)
ii) wie c) ii)

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

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

4. ...
Lösungen zu den Aufgaben siehe kopiertes Blatt

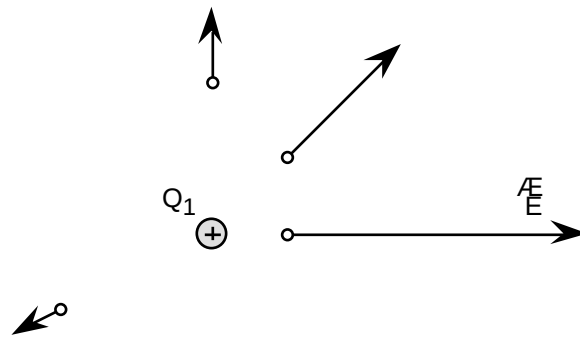
5. a) falls Q positiv
b) falls Q negativ
c) nie

6. a)
- 

b)
$$E = \frac{F_{el}}{|Q|} = \frac{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|Q_1| \cdot |Q|}{r^2}}{|Q|} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|Q_1|}{r^2}$$

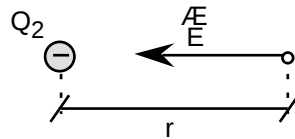
- c) Kugel mit dem Radius r und dem Mittelpunkt am Ort der Ladung Q_1
d) (siehe Seite 4)

d)



7.

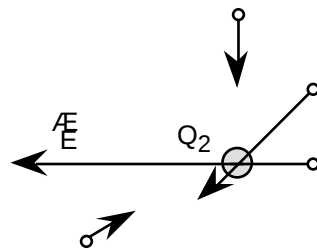
a)



$$b) \quad E = \frac{F_{el}}{|Q|} = \frac{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|Q_2| \cdot |Q|}{r^2}}{|Q|} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|Q_2|}{r^2}$$

c) Kugel mit dem Radius r und dem Mittelpunkt am Ort der Ladung Q_2

d)



8. ...

Lösungen zu den Aufgaben siehe kopiertes Blatt

9. ...