

## Übung 13                      Elektrostatik    Elektrische Feldstärke, Potential, Feldlinienbilder

### Lernziele

- einen neuen Sachverhalt analysieren können.
- den Zusammenhang zwischen der elektrischen Feldstärke und der Kraft auf eine Probeladung kennen und anwenden können.
- die analytischen Ausdrücke der Feldstärke und des Potentials für das elektrostatische Feld einer Punktladung kennen und anwenden können.
- die Feldlinienbilder einfacher Ladungs- und Elektrodenanordnungen kennen und verstehen.

### Aufgaben

1. Prüfen Sie nach, dass für die physikalische Einheit der Influenzkonstante  $\epsilon_0$  gilt:

$$[\epsilon_0] = \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$$

2. Bestimmen Sie den Betrag und die Richtung der Kraft, welche in einem elektrostatischen Feld einer Punktladung  $Q$  auf eine Probeladung  $Q_p$  wirkt, welche den Abstand  $r$  von der Ladung  $Q$  aufweist.
- |    |                        |                          |                      |
|----|------------------------|--------------------------|----------------------|
| a) | $Q = + 1.5 \text{ nC}$ | $Q_p = + 1.2 \text{ nC}$ | $r = 2.0 \text{ cm}$ |
| b) | $Q = + 1.5 \text{ nC}$ | $Q_p = - 1.2 \text{ nC}$ | $r = 2.0 \text{ cm}$ |
| c) | $Q = - 1.5 \text{ nC}$ | $Q_p = + 1.2 \text{ nC}$ | $r = 2.0 \text{ cm}$ |
| d) | $Q = - 1.5 \text{ nC}$ | $Q_p = - 1.2 \text{ nC}$ | $r = 2.0 \text{ cm}$ |
3. Zwei Elektronen befinden sich in einem Abstand von 1.0 cm.  
Bestimmen Sie die gegenseitige abstossende elektrostatische Kraft.
4. Die Ladung  $Q = + 3.0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$  soll von einer Stelle mit dem Potential  $\phi_1 = 400 \text{ V}$  zu einer anderen Stelle des Feldes mit dem Potential  $\phi_2 = 250 \text{ V}$  gebracht werden.
- Muss für diesen Vorgang Energie aufgebracht werden oder wird Energie freigesetzt?
  - Wie gross ist die aufgebrachte bzw. freigesetzte Energie?
5. Die Ladungsmenge  $Q = + 2.0 \text{ mAs}$  wird von einer Stelle  $P_1$  des elektrischen Feldes mit dem Potential  $\phi_1 = + 20 \text{ V}$  zu einer Stelle  $P_2$  transportiert. Dabei muss die Energie  $W_{12} = 0.44 \text{ Js}$  aufgebracht werden. Bestimmen Sie das Potential  $\phi_2$  an der Stelle  $P_2$  sowie die Spannung  $U_{21}$ .
6. Betrachten Sie das elektrostatische Feld zweier Punktladungen  $Q_1$  und  $Q_2$ .  
Das Potential im Unendlichen sei auf  $0 \text{ V}$  gesetzt.  
Beurteilen Sie, ob und wo es allenfalls noch weitere Punkte gibt, in welchen das Potential ebenfalls  $0 \text{ V}$  beträgt.
- $Q_1 = - 3 \cdot Q_2$
  - $Q_1 = 3 \cdot Q_2$
7. Erklären Sie, worin der Unterschied zwischen dem Feldlinienbild einer **positiven** und dem Feldlinienbild einer **negativen** Punktladung besteht.
8. Erklären Sie, warum sich elektrische Feldlinien **nie kreuzen**.
9. Studieren Sie auf einem Computer die Java-Applets "Elektrisches Feld von zwei Ladungen" und "Elektrisches Feld von beliebig vielen Ladungen". Links auf die Applets finden Sie unter <http://www.tel.fh-htwchur.ch/~borer> Elektrotechnik Unterlagen (...)
- Betrachten Sie die Feldlinienbilder für die folgenden Ladungsverteilungen:
- 1 Punktladung
  - 2 Punktladungen
  - mehrere Punktladungen
- Variieren Sie jeweils die Art (positiv, negativ) und die Stärke ( $\pm 1, \pm 2$  etc.) der Ladungen.  
Versuchen Sie, die auf dem Bildschirm dargestellten Feldlinienbilder zu verstehen. Überlegen Sie sich dazu jeweils, warum die Feldlinienbilder so aussehen und nicht anders.

## Lösungen

1. ...

2. Betrag von F

$$F = E \cdot Q_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q \cdot Q_p}{r^2} = 4.0 \cdot 10^{-5} \text{ N}$$

Richtung von F

in Richtung der Verbindungsgeraden Q-Q<sub>p</sub>

- a) von Q weg
- b) zu Q hin
- c) zu Q hin
- d) von Q weg

3.  $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_e^2}{r^2} = 2.3 \cdot 10^{-24} \text{ N}$

4. a) Energie wird freigesetzt

b)  $W = 4.5 \cdot 10^{-7} \text{ Ws}$

5.  $U_2 = + 240 \text{ V}$      $U_{21} = + 220 \text{ V}$

6. a) Punkte P, deren Abstände  $r_1$  zu  $Q_1$  und  $r_2$  zu  $Q_2$  die folgende Beziehung erfüllen:  $r_2 = 3 \cdot r_1$   
b) keine weiteren Punkte

7. ...

8. ...

9. ...