

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 ϵ_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 ϕ_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 V gesetzt.
Beurteilen Sie, ob und wo es allenfalls noch weitere Punkte gibt, in welchen das Potential ebenfalls 0 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_p

- 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. ...