

Übung 8 Elektrisches Feld Potential, Spannung

Lernziele

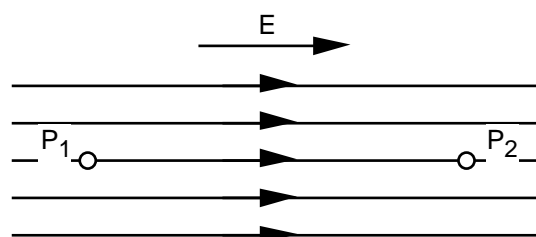
- die Zusammenhänge zwischen Potential, Spannung und Energie in einem elektrischen Feld kennen und in einfacheren Problemstellungen anwenden können.
- den Zusammenhang zwischen elektrischer Feldstärke und Spannung in einem homogenen elektrischen Feld kennen und in einfacheren Problemstellungen anwenden können.
- den Potentialverlauf im elektrischen Feld einer Punktladung, eines Dipols kennen und verstehen.
- eine neue Problemstellung bearbeiten können.

Aufgaben

1. Ein geladenes Teilchen mit der Ladung Q soll von einer Stelle mit dem Potential φ_1 zu einer anderen Stelle des Feldes mit dem Potential φ_2 gebracht werden.
 - a) Beurteilen Sie in Abhängigkeit der Ladung Q und der Potentiale φ_1 und φ_2 , ob für diesen Vorgang Energie aufgebracht werden muss oder ob Energie freigesetzt wird.
 - b) Drücken Sie die aufzuwendende bzw. freigesetzte Energie W_{12} durch die Ladung Q und die beiden Potentiale φ_1 und φ_2 aus.
 - c) Bestimmen Sie die aufzuwendende bzw. freigesetzte Energie für die konkreten Zahlenwerte
 $Q = + 3.0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ $\varphi_1 = 400 \text{ V}$ $\varphi_2 = 250 \text{ V}$
2. Ein geladenes Teilchen mit der Ladung $Q = + 2.0 \text{ mC}$ wird von einer Stelle P_1 des elektrischen Feldes mit dem Potential $\varphi_1 = + 20 \text{ V}$ zu einer Stelle P_2 transportiert. Dabei muss die Energie $W_{12} = 0.44 \text{ J}$ aufgebracht werden.
Bestimmen Sie das Potential φ_2 an der Stelle P_2 .
3. Metzler: 189/1, 189/3
4. Beurteilen Sie mit Begründung, ob die folgende Behauptung wahr oder falsch ist:
Wird ein positiv geladenes Teilchen dem Einfluss eines elektrischen Feldes überlassen, so wird es in Richtung abnehmenden Potentials beschleunigt.
5. In vielen praktischen Anwendungen (z.B. Plattenkondensator) kann das elektrische Feld als annähernd homogen betrachtet werden.

In einem homogenen elektrischen Feld ist der elektrische Feldvektor E in jedem Punkt gleich, d.h. E hat in jedem Punkt des Feldes die gleiche Richtung und den gleichen Betrag.

Betrachten Sie in einem homogenen elektrischen Feld zwei Punkte P_1 und P_2 , deren Verbindungslinie parallel zu den Feldlinien verläuft:



Es gibt eine einfache Beziehung zwischen der elektrischen Feldstärke E , der Spannung U_{12} und dem Abstand d zwischen den beiden Punkten P_1 und P_2 :

$$U_{12} = E \cdot d \quad (\text{vgl. Metzler Seite 189})$$

Leiten Sie diese Beziehung her.

Vorgehen/Hinweise:

- Betrachten Sie einen Probekörper mit Masse m und positiver Ladung Q , welcher im Punkt P_1 aus der Ruhe losgelassen wird. Unter dem Einfluss des homogenen elektrischen Feldes wird der Probekörper in Richtung des Punktes P_2 gleichmässig beschleunigt.
- Die Energie W_{12} , die auf dem Weg von P_1 nach P_2 (elektrisch) freigesetzt wird, ist gleich gross wie die kinetische Energie W_{kin} des Probekörpers im Punkt P_2 .
- Formulieren Sie die Gleichheit der genannten Energien.
- Benützen Sie die (elektrischen) Beziehungen zwischen Ladung, Spannung, Energie, elektrischer Feldstärke und elektrostatischer Kraft.
- Benützen Sie die (mechanischen) Beziehungen zwischen Kraft, Beschleunigung, Geschwindigkeit und Weg.

6. Metzler: 189/4

7. 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://telecom.tlab.ch/~borer> Physik Unterlagen (...)

Betrachten Sie die Äquipotentiallinien für die elektrischen Felder folgender Ladungsverteilungen:

- a) 1 Punktladung
- b) 2 Punktladungen
- c) mehrere Punktladungen

Variieren Sie jeweils die Art (positiv, negativ) und die Stärke (± 1 , ± 2 etc.) der Ladungen. Versuchen Sie, die auf dem Bildschirm dargestellten Potentialverläufe zu verstehen. Vergleichen Sie auch mit den entsprechenden Feldlinienbildern, und stellen Sie fest, dass die Äquipotentiallinien immer senkrecht zu den Feldlinien stehen.

Lösungen

1. a) $Q > 0$ und $i_1 > i_2$: $W_{12} < 0$, d.h. Energie wird freigesetzt
 $Q > 0$ und $i_1 < i_2$: $W_{12} > 0$, d.h. Energie muss aufgebracht werden
 $Q < 0$ und $i_1 > i_2$: $W_{12} > 0$, d.h. Energie wird freigesetzt
 $Q < 0$ und $i_1 < i_2$: $W_{12} < 0$, d.h. Energie muss aufgebracht werden
- b) $W_{12} = -W_{01} + W_{02} = (i_2 - i_1) Q = -U_{12} Q$
- c) $W_{12} = -4.5 \cdot 10^{-7} \text{ J}$
d.h. Energie wird freigesetzt

2. $U_2 = +240 \text{ V}$

3. ...

4. wahr

5. ...

6. ...

7. ...