

## Übung 8                      Elektrisches Feld Potential, Spannung

### Lernziele

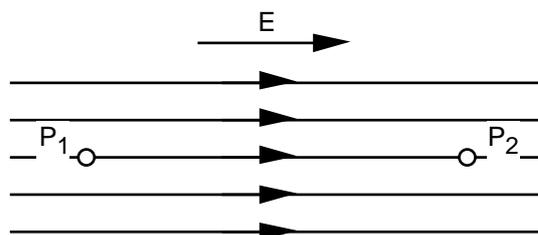
- die Zusammenhänge zwischen Potential, Spannung und Energie in einem elektrischen Feld kennen und in einfacheren Problemstellungen anwenden können.
- den Zusammenhang zwischen elektrischer Feldstärke und Spannung in einem homogenen elektrischen Feld kennen und in einfacheren Problemstellungen anwenden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

### Aufgaben

1. Ein geladenes Teilchen mit der Ladung  $Q$  soll von einer Stelle mit dem Potential  $\varphi_1$  zu einer anderen Stelle des Feldes mit dem Potential  $\varphi_2$  gebracht werden.
  - a) Beurteilen Sie in Abhängigkeit der Ladung  $Q$  und der Potentiale  $\varphi_1$  und  $\varphi_2$ , 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  $\varphi_1$  und  $\varphi_2$  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  $\varphi_2$  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 der Masse  $m$  und der Ladung  $Q$ , welcher im Punkt  $P_1$  aus der Ruhe losgelassen wird. Unter dem Einfluss des homogenen elektrischen Feldes wird der Probekörper gleichmässig beschleunigt und erreicht den Punkt  $P_2$  mit einer Geschwindigkeit  $v$ .
- Die kinetische Energie  $W_{\text{kin}}$  des Probekörpers im Punkt  $P_2$  ist gleich der Energie, die man aufbringen müsste, um den Probekörper vom Punkt  $P_2$  zum Punkt  $P_1$  zu bringen.
- Benützen Sie die Beziehung zwischen Energie und Spannung.
- Benützen Sie die aus der Mechanik bekannten Beziehungen zwischen Energie und Geschwindigkeit sowie zwischen 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://www.tel.fh-htwchur.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 ( $\pm 1$ ,  $\pm 2$  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)    ...  
      b)     $W_{12} = -W_{01} + W_{02} = (2 - 1) Q = -U_{12} Q$   
      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.    ...