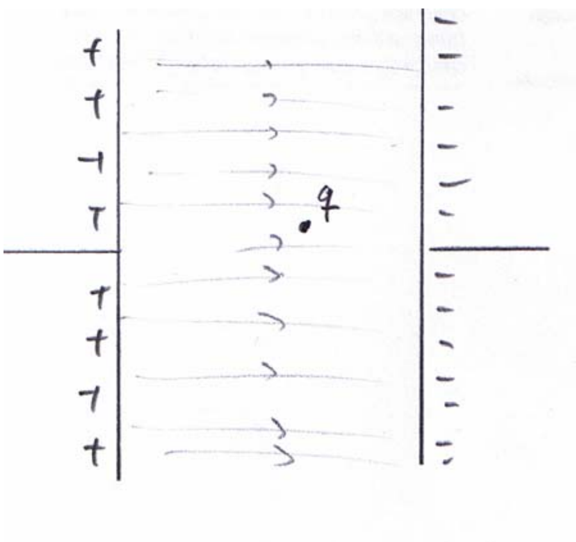
Energie und das elektrische Feld - Musterlösung



a) Betrachtet den nebenstehenden Plattenkondensator. Wie groß ist die Kraft, die man aufbringen muss, um die positive Ladung q nach links (d.h. „gegen das Feld") zu bewegen? Wie groß ist die Energie die notwendig ist, wenn die Ladung um die Strecke s nach links bewegt wird?

Lösung: $F=q\cdot E$ und Energie=$W=F\cdot s=q\cdot E\cdot s$

b) Man sagt, die Ladung hat eine „potentielle Energie" im elektrischen Feld. Vergleiche die Situation mit der einer Masse im Schwerefeld der Erde. Was entspricht hier der „potentiellen" Energie, dem elektrischen Feld und der Ladung?

Lösung: Die potentielle Energie entspricht der Lageenergie $W_L=mgh$. Die Masse entspricht der Ladung und der Ortsfaktor dem elektrischen Feld.

c) Wie verändert sich die potentielle Energie E_{pot} wenn die Ladung nach rechts oder nach oben (d.h. senkrecht zu den Feldlinien) bewegt wird?

Lösung: nach links Zunahme, nach rechts Abnahme und nach oben bleibt sie gleich!

d) Wie bei der Lageenergie auch, ist die potentielle Energie im elektrischen Feld nur in Bezug auf einen beliebigen „Nullpunkt" (besser: „Nullebene") eindeutig definiert. Wir wählen z. Bsp. die linke Platte als Bezugsebene. Die potentielle Energie einer Ladung q an einem beliebigen Punkt B ist dann definiert als Energie, um die Ladung von der Nullebene zum Punkt B zu transportieren: $E_{pot}(B)=q\cdot E\cdot s$ (mit s dem Weg zwischen Nullebene und B). Betrachte den Transport einer Ladung zwischen zwei beliebigen Punkten A und B (zwischen den Platten). Drücke die dafür notwendige Energie W_{AB} durch E_{pot} aus!

Lösung: $W_{AB}= E_{pot}(B) - E_{pot}(A)$

e) Hängt die Energie beim Transport einer Ladung zwischen den Punkten A und B vom verwendeten Weg ab?

Lösung: Nein. Zerlege verschiedene Wege in Dreiecke. Der Anteil in Feldrichtung ist immer der gleiche – der senkrecht dazu trägt nichts zur Energie bei.

f) Bei den bisherigen Betrachtungen haben wir eine konkrete Ladung q transportiert. Sollen die betrachteten Größen von dieser „Probeladung" unabhängig sein, muss man durch die Ladung dividieren. Man definiert $\frac{E_{pot}(B)}{q} = E \cdot s = \varphi_B$.

Der griechische Buchstabe wird „phi" genannt. Die Größe φ_B wird das „elektrische Potential" an der Stelle B genannt. Drücke die Energie W_{AB} (Aufgabenteil d)) geteilt durch die Ladung durch das elektrische Potential aus!

Lösung: $\frac{W_{AB}}{q} = \varphi_B - \varphi_A$.

g) In f) habt ihr gefunden: $\frac{W_{AB}}{q} = \varphi_B - \varphi_A = U_{AB}$. Das ist tatsächlich ein guter alter Bekannter, nämlich die ***elektrische Spannung U***! Sie ist nämlich nichts anderes, als die Energie pro Ladung! Drückt die elektrische Feldstärke eines Plattenkondenstors durch die Spannung aus, die an ihm anliegt!

Lösung: Um eine Ladung im Kondensator von einer zur anderen Platte zu transportieren braucht man die Energie $W_{AB}=E\cdot d\cdot q$ (mit d dem Plattenabstand. A und B bezeichnet nun Punkte auf der linken bzw. rechten Platte.). Nun gilt aber: $\frac{W_{AB}}{q} = U_{AB} = E \cdot d$ und somit: $E = \frac{U_{AB}}{d}$. Mit anderen Worten ist die Feldstärke zwischen den Platten eines Kondensators einfach das Verhältnis aus elektrischer Spannung und Plattenabstand!