

## Übung 9                      Elektrisches Feld                                     Kondensator, Kapazität, Energie im elektrischen Feld

### Lernziele

- verstehen, wie sich bei einem Plattenkondensator die gespeicherte Ladung, die Spannung über den Kondensatorplatten, die Kapazität und die elektrische Feldstärke zwischen den Kondensatorplatten verändert, wenn man den Abstand der Kondensatorplatten verändert.
- verstehen, wie sich bei einem Plattenkondensator die gespeicherte Ladung, die Spannung über den Kondensatorplatten, die Kapazität und die elektrische Feldstärke zwischen den Kondensatorplatten verändert, wenn man ein Dielektrikum zwischen die Kondensatorplatten einführt.
- die Beziehung zwischen Ladung, Kapazität und Spannung bei einem Kondensator anwenden können.
- den zeitlichen Verlauf von Ladungsstrom und Spannung beim Auf- bzw. Entladen eines Kondensators über einen Widerstand kennen und verstehen.
- die Grösse "Zeitkonstante" kennen und deren Bedeutung verstehen.
- die quadratische Abhängigkeit zwischen elektrischer Feldstärke und Energie im elektrischen Feld kennen und verstehen.
- eine neue Problemstellung bearbeiten können.

### Aufgaben

#### *Kondensator, Kapazität*

1. An einem aufgeladenen Plattenkondensator werden die folgenden beiden Experimente durchgeführt (vgl. Experimente im Unterricht):
  - A Der Plattenabstand  $d$  wird vergrössert.  
Beobachtung: Die Spannung  $U$  zwischen den Kondensatorplatten wird grösser.
  - B Eine Platte aus Plexiglas oder Hartgummi wird zwischen die Kondensatorplatten eingeführt.  
Beobachtung: Die Spannung  $U$  zwischen den Kondensatorplatten wird kleiner.Beurteilen Sie, ob bzw. wie sich in den beiden Experimenten A und B
  - a) die im Kondensator gespeicherte Ladung  $Q$  verändert.
  - b) die Kapazität  $C$  des Kondensators verändert.
  - c) die elektrische Feldstärke  $E$  zwischen den Kondensatorplatten verändert.
  
2. Metzler: 199/1
  
3. Ein aufgeladener Plattenkondensator sei mit einer Spannungsquelle verbunden, d.h. die Spannung  $U$  zwischen den Kondensatorplatten werde ständig auf einem konstanten Wert gehalten.  
Nun werden die gleichen Experimente ausgeführt wie bei der Aufgabe 1:
  - A Der Plattenabstand  $d$  wird vergrössert.
  - B Eine Platte aus Plexiglas oder Hartgummi wird zwischen die Kondensatorplatten eingeführt.Beurteilen Sie, ob bzw. wie sich in den beiden Experimenten A und B
  - a) die Kapazität  $C$  des Kondensators verändert.
  - b) die im Kondensator gespeicherte Ladung  $Q$  verändert.
  - c) die elektrische Feldstärke  $E$  zwischen den Kondensatorplatten verändert.

4. Studieren Sie das Java-Applet "Aufladen/Entladen eines Kondensators". Sie finden einen Link auf das Applet unter:  
<http://telecom.tlab.ch/~borer>    Physik    Unterlagen (...)
5. Beim Entladen eines Kondensators der Kapazität  $C$  über ein Element des Widerstandes  $R$  ist der zeitliche Verlauf der Spannung  $U_C$  über dem Kondensator bzw. des elektrischen Ladungsstromes  $I_Q$  im Stromkreis gegeben durch die folgenden Beziehungen (vgl. Herleitung im Buch Metzler, Seite 206):

$$U_C(t) = U_0 e^{-(1/RC)t}$$

$$I_Q(t) = -\frac{U_0}{R} e^{-(1/RC)t}$$

Das Produkt  $\tau := RC$  ist die sogenannte **Zeitkonstante**.

Beurteilen Sie mit schlüssiger Begründung, ob die folgende Aussage über die Zeitkonstante  $\tau$  wahr oder falsch ist:

"Die Zeitkonstante  $\tau$  gibt an, wie lange es dauern würde, bis der Kondensator vollständig entladen wäre, wenn der elektrische Ladungsstrom seinen anfänglichen Wert beibehielte."

#### *Energie im elektrischen Feld*

6. Metzler: 201/1, 201/5
7. Beurteilen Sie mit schlüssiger Begründung, ob die folgende Aussage über die Energiedichte im elektrostatischen Feld einer Punktladung wahr oder falsch ist:  
"Wenn man die Punktladung verdoppelt, so vervierfacht sich die Dichte der im elektrostatischen Feld der Punktladung gespeicherten Energie."
8. Metzler: 201/2, 201/3

### Lösungen

1.    A    a)    Q bleibt gleich.  
          b)    C wird kleiner.  
          c)    E bleibt gleich.  
       B    a)    Q bleibt gleich.  
          b)    C wird grösser.  
          c)    E wird kleiner.
2.    ...
3.    A    a)    C wird kleiner.  
          b)    Q wird kleiner.  
          c)    E wird kleiner.  
       B    a)    C wird grösser.  
          b)    Q wird grösser.  
          c)    E bleibt gleich.
4.    ...
5.    wahr
6.    ...
7.     $e_l \sim E^2$   
        $E \sim Q$   
       -----  
        $e_l \sim Q^2$
8.    ...