

Ausziehen des Kondensators

Durch das Auseinanderziehen, respektive im Experimentierfachjargon das Ausziehen des Kondensator können bei konstant gehaltener Ladung die Grössen Kapazität und Spannung experimentell untersucht werden.

A) Beschreibung des Experiments

Der Kondensator besteht aus zwei kreisförmigen parallel zueinander liegenden Metallplatten. Diese werden auf einen bestimmten Wert negativ geladen. Durch die Veränderung des parallelen Plattenabstandes wird die Kapazität reguliert und in Abhängigkeit davon die Spannung zwischen den Platten gemessen. Daraus lässt sich im Folgenden eine Beziehung zwischen den Grössen Ladung, Spannung und Kapazität eruieren.

B) Physikalische Grundlagen

Zur Berechnung der Kapazität werden zwei kreisförmige Platten der Fläche A im Abstand d betrachtet. Der *Satz von Gauss* erlaubt es nun, ohne grossen Rechenaufwand das elektrische Feld und daraus die Kapazität zu bestimmen. Dazu wird eine sogenannte *Gauss-Box* (siehe Abb. 1) um den Plattenkondensator gezeichnet.

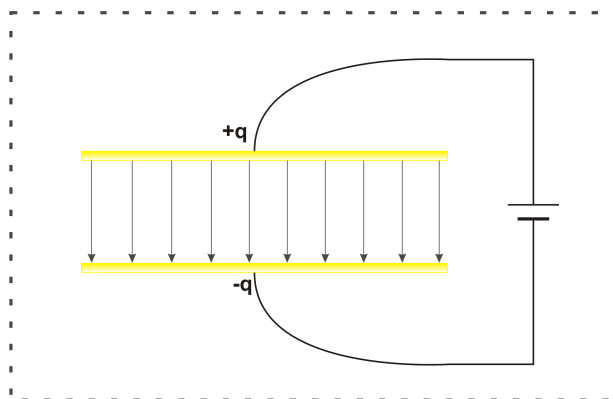


Abbildung 1: Um den Plattenkondensator liegt eine sogenannte Gaussbox. Dabei wird die Ladung im Innern der Box betrachtet.

Darauf lässt sich nun der Satz anwenden

$$\int_V \vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{q_{\text{innen}}}{\epsilon_0} \quad (1)$$

Weil die Geometrie des Plattenkondensator einfach ist und ein homogenes elektrisches Feld im Kondensator vorausgesetzt wird, vereinfacht sich (1) wie folgt

$$E \cdot \int_A dA = E \cdot A = \frac{q_{\text{innen}}}{\epsilon_0} \quad (2)$$

Wiederum hilft die einfache Geometrie um eine Beziehung zwischen der Spannung U und dem elektrischen Feld E zu finden.

$$U = E \cdot d \quad \implies \quad U = \frac{q_{\text{innen}} \cdot d}{\varepsilon_0 \cdot A} \quad (3)$$

Mit der Definition der Kapazität $C = q/U$ erhält man nun die gewünschte Kapazität des Plattenkondensators

$$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot A}{d} \quad (4)$$

Im Experiment werden nun die Platten auseinander gezogen, was gemäss Gleichung (4) zu einer Verringerung der Kapazität. Weil die Ladung konstant gehalten wird, muss sich aber zwangsläufig die Spannung vergrössern um der Gleichung $C = q/U$ gerecht zu werden. Das Ausschlagen der Spannung ist im Experiment resp. im Video gut sichtbar.

Die Veränderung der Spannung soll im Folgenden auch auf eine andere Weise ergründet werden. Wie allgemein bekannt beschreibt die Spannung die potentielle Energie einer Ladung im elektrischen Feld zwischen zwei Bezugspunkten, $U = W/q$. Durch das Auseinanderziehen der Platten wird an der Ladung Arbeit¹ geleistet (Kraft mal Weg), was bei konstanter Ladung dazu führt, dass der Spannungswert sich vergrössert. Wenn der Plattenabstand verringert wird, ist natürlich eine reduzierte Spannung zu beobachten.

¹Im Kondensator gespeicherte Energie $E_{el} = \frac{1}{2}qU$