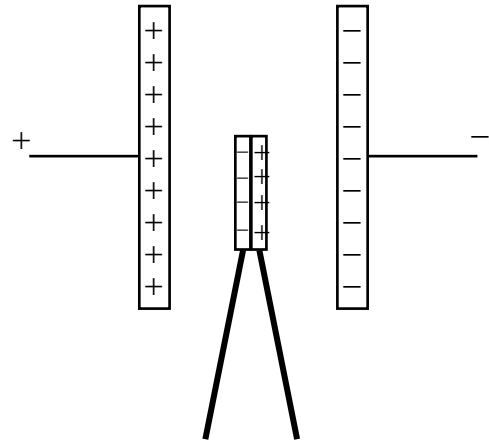


11.19 Elektrische Flussdichte

Man bringt in das elektrische Feld eines Plattenkondensators zwei an isolierenden Griffen befestigte ungeladene Metallplatten, die einander berühren. Aufgrund der guten Beweglichkeit der Leitungselektronen in Metallen werden diese auf die linke Seite gedrängt. Trennt man die beiden Metallplatten voneinander, so bleiben die Leitungselektronen auf der linken Platte, sie ist negativ geladen. Auf der rechten Platte herrscht Elektronenmangel, sie ist positiv geladen. Diesen Vorgang der Ladungstrennung in einem elektrischen Feld nennt man Influenz.



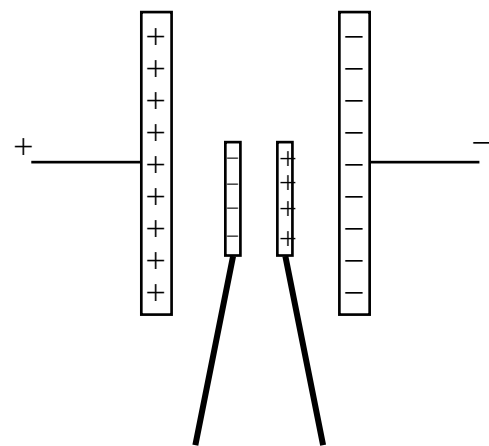
Definition: Die Flächenladungsdichte σ gibt die Ladung Q pro Fläche A an. Es gilt:

$$\sigma = \frac{Q_i}{A_i}$$

mit $[\sigma] = 1 \frac{C}{m^2} = 1 \frac{As}{m^2}$

Vergleicht man nun im elektrischen Feld die Flächenladungsdichte auf den Platten des Plattenkondensators mit der Influenzdichte (Flächenladungsdichte) auf den Leiterplatten, so gilt:

$$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{Q_i}{A_i} = D$$



Dabei ist D die elektrische Flussdichte (oder elektrische Verschiebungsdichte). Sie gibt an, wie groß die Influenzladungsdichte an einem Punkt im elektrischen Feld sein kann. Dabei ist es egal, ob ein Influenzversuch durchgeführt wird oder nicht.

Der Wert von D hängt beim Influenzversuch von der Orientierung der Leiterplatten im elektrischen Feld ab.

Es gilt:

$$D = D_0 \cdot \cos \alpha$$

Sind die Metallplatten parallel zu den Kondensatorplatten (also senkrecht zu \vec{E}), so erhält man einen maximalen Wert für D . Stehen die Plattenebenen dagegen aufeinander senkrecht, so gilt:

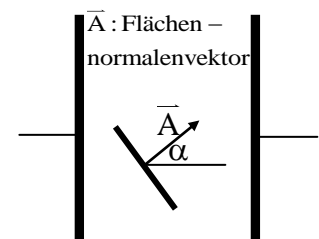
$$D = 0.$$

Zwischenergebnis: D hat einen Betrag und eine Richtung; somit muss D ein Vektor sein für den gilt: $\vec{D} \parallel \vec{E}$

Es folgt:

$$D = \frac{Q}{A} = \frac{C \cdot U}{A} = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} \cdot U}{A} = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A \cdot U}{A \cdot d} = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot U}{d} = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot E$$

$$\boxed{\begin{aligned} D &= \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot E \\ \vec{D} &= \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \vec{E} \end{aligned}}$$



Dieser Zusammenhang gilt allgemein, nicht nur im homogenen Feld!

Die Vektorgrößen \vec{D} und \vec{E} sind somit gleichberechtigte Größen zur quantitativen Beschreibung des elektrischen Feldes.

Aufgabe:

Ein Plattenkondensator mit einer Plattenfläche $A = 5,4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ hat einen Plattenabstand von $d = 7,2 \text{ cm}$. Der Plattenkondensator wird zuerst an einer Spannungsquelle aufgeladen und dann von dieser getrennt.

a) Beschreibe verbal, wie man mit zwei dünnen Metallplatten der Plattenfläche $A_i = 100 \text{ cm}^2$ die Verschiebungsdichte D des Plattenkondensators bestimmen kann. (Prinzip des Elektrofeldmeters!)

Bei einem Versuch ergab sich mit den dünnen Platten von a) eine Ladung $Q_i = \pm 5,3 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ je Influenzplatte.

b) Berechnen Sie mit diesen Angaben die Verschiebungsdichte D des Plattenkondensators und die Ladung Q die er trägt!

c) Berechnen Sie die Feldstärke E im homogenen Feldbereich des Plattenkondensators und die Spannung mit der er aufgeladen wurde.