

Zusammenfassung vom 28.04.2010

III Kapazität, Dielektrika und Dipole

idealer Plattenkondensator:
(Vernachlässigung der Randeffekte)

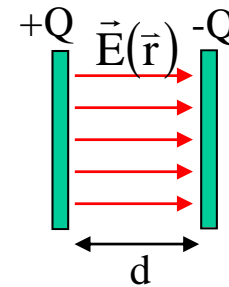
- beide Platten tragen entgegengesetzt gleiche Ladung
- elektr. Feld = Summe der konst. Felder beider Platten
- im Außenbereich verschwindet das elektrische Feld

$$|\vec{E}| = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A}$$

(elektrisches Feld zwischen den Platten)

$$\rightarrow U = d|\vec{E}| = \frac{d}{\epsilon_0 A} Q$$

(da $E = \text{const.}$)



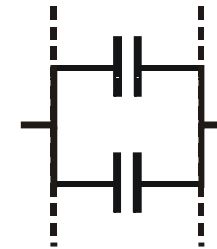
→ das elektrische Feld ist zwischen den Platten homogen und konstant und außen null

Kapazität eines Plattenkondensators: $C_{Pl} = \epsilon_0 \frac{A}{d}$

$A = \text{Fläche der Platten}$
 $d = \text{Abstand der Platten}$

Schaltbild des Kondensators:

Parallelschaltung: $C_{\text{tot}}^{\text{parallel}} = \sum_{i=1}^N C_i$



Reihenschaltung: $\frac{1}{C_{\text{tot}}^{\text{Reihe}}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{C_i}$



**elektrische Feldenergie
im Kondensator:**

$$W_{\text{el}} = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} QU = \frac{1}{2} CU^2$$

Energie, um Kondensator zu laden, steckt im elektrischen Feld

**Energiedichte des
elektrischen Feldes:**

$$w_{\text{el}} = \frac{W_{\text{el}}}{V_{\text{Feld}}} = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 \quad \mathbf{V}_{\text{Feld}} = \text{Volumen des elektrischen Feldes}$$

gilt allgemein, auch für inhomogene elektrische Felder

**Kapazitätserhöhung
durch Metallplatte:**

$$C_L = \varepsilon_0 \frac{A}{d - d_L} = \frac{d}{d - d_L} C \quad C = \varepsilon_0 \frac{A}{d} \quad \text{Kapazität ohne Metallplatte}$$

$d_L = \text{Dicke der Metallplatte}$

das Einbringen einer isolierten Metallplatte zwischen die Kondensatorplatten führt zu einer Erhöhung der Kapazität

- das elektrische Feld wird im Innern der Metallplatte durch ein induziertes Gegenfeld vollständig kompensiert, da $E_{\text{leiter}} = 0$**
- das induziertes Gegenfeld entsteht durch Oberflächenladungen, die durch Influenz entstehen**

Verständnisfragen: *Wie ändert sich die Kapazität eines Plattenkondensators, wenn man die beiden Platten auf beiden Seiten halbiert und die beiden Hälften dann wieder mit einem Leiter verbindet?*

Am geladenen Kondensator entsteht zwischen den Platten eine Spannung. Wird eine Ladung zwischen den Platten von der einen Seite auf die andere übertragen, dann muss sie die Potentialdifferenz überwinden. Da das Feld außen null ist, könnte man die Ladung einfach außen herum transportieren und würde dafür keine Energie benötigen, was im Widerspruch zur Energieerhaltung steht. Warum ist diese Überlegung falsch?

Die Kapazität eines Plattenkondensators wird durch Einfügen einer isolierten Metallplatte erhöht. Aus der Formel für die Kapazitätserhöhung folgt, dass die Kapazität dadurch prinzipiell beliebig gesteigert werden kann, wenn die Dicke der Platte $d_L \rightarrow d$ geht. Warum wird das bei einer technischen Umsetzung nicht funktionieren? Oder anders gefragt: Was müsste vorausgesetzt werden, damit sich die Kapazität tatsächlich immer weiter erhöht?