

Energie des elektrischen Feldes (Plattenkondensator)

- Ein Kondensator der Kapazität $C=470\mu\text{F}$ wird an einer Spannungsquelle mit $U=25\text{V}$ aufgeladen.
 - Berechnen Sie die gespeicherte Ladung und Energie des Kondensators.
 - Mit welcher Spannung müsste man diesen Kondensator laden, damit die gespeicherte Energie $1,0\text{J}$ beträgt?
Der mit 25V geladene Kondensator wird über einen Widerstand $R=10\text{k}\Omega$ entladen.
 - Wie viel Energie hat der Kondensator nach $t=1\text{s}$ abgegeben?
 - Wie groß ist der verbleibende Energieanteil im Kondensator zur Halbwertszeit?
 - Wann beträgt die Energie im Kondensator noch genau 50% ?
- Ein Kondensator $C=0,5\text{F}$ wurde mit einer Spannung $U=6,0\text{V}$ aufgeladen.
 - Wie hoch könnte man mit der gespeicherten Energie einen Körper der Masse $m=100\text{g}$ anheben?
 - Welche Geschwindigkeit müsste ein Körper der Masse $m=100\text{g}$ bei gleicher Energie besitzen.
 - Welche Kapazität müsste ein Kondensator bei $U=6\text{V}$ haben, damit man einen Körper mit $m=500\text{g}$ aus der Ruhelage auf eine Geschwindigkeit von $v=100\text{km/h}$ beschleunigen könnte.
- Ein Plattenkondensator besteht aus zwei quadratischen Platten mit der Seitenlänge $a=50\text{cm}$, die im Abstand von $d=2\text{cm}$ aufgestellt sind. Zwischen ihnen befindet sich Luft.
 - Berechnen Sie die im Feld des Kondensators gespeicherte Energie, wenn er mit $U=3,5\text{kV}$ aufgeladen wird.
 - Wie verändern sich Spannung, Ladung und Energie im Kondensator, wenn die Platten auseinander gezogen werden. Begründen Sie.
 - Der Luftkondensator wird mit einem Dielektrikum $\epsilon_r=5$ gefüllt.
Wie verändert sich quantitativ die elektrische Feldenergie des Kondensators.
- * Ein Plattenkondensator besitzt die Plattenflächen von $A=0,1\text{m}^2$ und einen Plattenabstand von $d=0,5\text{mm}$. Der Isolator zwischen den Platten besitzt eine Dielektrizitätszahl von $\epsilon_r=8,5$. Die Feldstärke zwischen den Platten betrage $E=4,6 \cdot 10^4\text{V/m}$.
 - Bestimmen Sie die im Kondensator gespeicherte elektrische Energie.
 - Leiten Sie eine allgemeine Gleichung zur Berechnung der Feldenergie aus den Angaben des Kondensators her.

Lösungen:

- $Q = C \cdot U = 470\mu\text{F} \cdot 25\text{V} = 11,75\text{mC}$ $E = \frac{1}{2} C \cdot U^2 = 0,5 \cdot 470\mu\text{F} \cdot (25\text{V})^2 = 0,147\text{J (Ws)}$
 - $U = \sqrt{\frac{2 \cdot E}{C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1\text{J}}{470 \cdot 10^{-6}\text{F}}} = 65,23\text{V}$
 - $U = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$ $U = 25\text{V} \cdot e^{-\frac{1\text{s}}{10\text{k}\Omega \cdot 470\mu\text{F}}} = 20,21\text{V}$ $E(1\text{s}) = 0,5 \cdot 470 \cdot 10^{-6}\text{F} \cdot (20,21\text{V})^2 = 0,096\text{J}$
 $\Delta E = E_0 - E = 0,05\text{J}$
 - Zur Zeit T beträgt die Spannung $U(T)=U_0/2=12,5\text{V}$ $E(12,5\text{V})=0,0376\text{J} \quad (\frac{1}{4} E_0)$
 - $E=0,0734\text{J}$ $U = \sqrt{\frac{2E}{C}} = 17,68\text{V}$ $t = -R \cdot C \cdot \ln(\frac{U}{U_0}) = 1,63\text{s}$
- $E_C = 9\text{J}$ $h = \frac{E}{m \cdot g} = 9,17\text{m}$ b) $v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = 13,42\text{m/s}$
 - $\frac{1}{2} C \cdot U^2 = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ $v=27,78\text{m/s}$ $C = \frac{m \cdot v^2}{U^2} = 10,71\text{F}$
- $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} = 8,854 \cdot 10^{-12} \cdot 1 \cdot \frac{0,5^2}{0,02} = 1,1 \cdot 10^{-10}\text{F} = 110\text{pF}$
 $E = \frac{1}{2} C \cdot U^2 = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 10^{-10} \cdot 3500^2 = 6,78 \cdot 10^{-4}\text{J}$
 - Ladung bleibt konstant
Spannung nimmt zu, weil die Kapazität mit zunehmenden Abstand kleiner wird $U = \frac{Q}{C}$
Energie im Kondensator steigt, weil die Spannung quadratisch in die Gleichung eingeht
- beim Auseinanderziehen wird Arbeit gegen das elektrische Feld verrichtet
 - Die Kapazität verfünffacht sich
Bei Trennung von der Spannungsquelle ist $Q=\text{konstant}$ und die Spannung $U = \frac{Q}{C}$ geht auf $1/5 = 700\text{V}$ zurück
 $E = \dots = 1,356 \cdot 10^{-4}\text{J} = 1/5 E_0$
- *
 - $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} = \dots = 1,56 \cdot 10^{-8}\text{F} = 15,6\text{nF}$ $U = E \cdot d = \dots = 23\text{V}$ $E_{el} = 4,12 \cdot 10^{-6}\text{J}$
 $E_{el} = \frac{1}{2} C \cdot U^2$ und $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$ und $U = E \cdot d$... einsetzen ... $E_{el} = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A \cdot E^2 \cdot d$