

Aufgaben zum Kondensator

1. An einen Plattenkondensator mit der Plattenfläche $A=500 \text{ cm}^2$ und dem Plattenabstand $d=4\text{mm}$ im Vakuum wird die Spannung $U=400 \text{ V}$ angelegt.

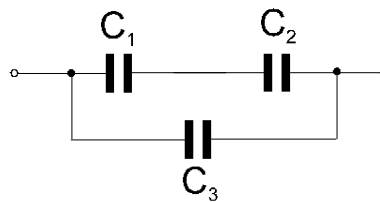
- Welche Ladung nimmt der Kondensator auf?
- Welche Feldstärke hat das elektrische Feld im Kondensator?
- Wie ändert sich die Ladung und die Feldstärke, wenn der Plattenabstand bei Beibehaltung der Verbindung zur Spannungsquelle auf 6 mm vergrößert wird?
- Wie ändert sich die Ladung, die Feldstärke und die Spannung, wenn die Vergrößerung des Plattenabstandes nach Abklemmen der Spannungsquelle erfolgt?

2. Mit einem Plattenkondensator, dessen Kapazität mit dem Dielektrikum Luft $0,115 \text{ nF}$ beträgt, soll die relative Dielektrizitätskonstante einer Flüssigkeit ermittelt werden:

Man bringt die Flüssigkeit als Dielektrikum zwischen die Platten und verbindet den Kondensator mit einer Spule der Induktivität 50 mH zu einem Schwingkreis. Dessen Eigenfrequenz beträgt 20 kHz . Berechnen Sie aus diesen Angaben die relative Dielektrizitätskonstante der Flüssigkeit.

3.

Die Gesamtkapazität C der dargestellten Schaltung beträgt $5,2 \mu\text{F}$. Wird C_2 infolge Durchschlages kurzgeschlossen, so ist die Gesamtkapazität $C'=6 \mu\text{F}$. Wird dagegen C_1 kurzgeschlossen, so ist die Gesamtkapazität $C''=7 \mu\text{F}$. Welchen Wert hat C_3 ?



4. Ein Kondensator wird aufgeladen. Durch Betätigung eines Umschalters zum Zeitpunkt $t = 0$ wird er Kondensator über ein ohmsches Bauelement mit $R = 52,2 \text{ k}\Omega$ entladen und die Stromstärke zu verschiedenen Zeitpunkten gemessen. Zum Zeitpunkt $t = 0$ beträgt die Spannung am Kondensator 180 V . Es ergibt sich folgende Messreihe:

t in s	2,0	4,0	6,0	8,0	10	12	14	16	18	20
I in mA	2,2	1,4	0,86	0,54	0,34	0,22	0,14	0,086	0,054	0,034

- Geben Sie die Stromstärke zum Zeitpunkt $t = 0$ an.
- Ermitteln Sie die Gesamtladung des Kondensators und geben Sie dessen Kapazität an.

5. Die in einem Kondensator bei einer Ladespannung von $6,0 \text{ V}$ gespeicherte elektrische Feldenergie soll für die Zündung einer Blitzlichtlampe genutzt werden. Die während der Zeitdauer eines Lichtblitzes von $100 \mu\text{s}$ abgegebene elektrische Leistung beträgt 200 W . Berechnen Sie die Kapazität des Kondensators.

Lösungen

1.

geg.:	$A = 500 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ $d = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ $U = 400 \text{ V}$ $\epsilon_r = 1$	ges.:	a) Q b) E
Lösung:	<p>a)</p> $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$ $C = \frac{Q}{U}$ $Q = C \cdot U$ $Q = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} \cdot U$ $Q = 4,43 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ <p>b)</p> $E = \frac{U}{d}$ $E = \frac{400 \text{ V}}{4 \cdot 10^{-3} \text{ m}}$ $E = 100\,000 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ <p>c) Wird die Verbindung zur Spannungsquelle beibehalten, ändert sich die Spannung nicht. Da sich aber durch die Vergrößerung des Plattenabstandes die Kapazität verkleinert, verändern sich auch die Ladungen auf den Platten.</p> $Q = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} \cdot U$ $Q = 2,95 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ $E = \frac{U}{d}$ $E = 666\,66 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ <p>d) Wird Plattenabstand nach dem Abklemmen der Spannungsquelle vergrößert, bleiben die Ladungen auf den Platten erhalten. Damit ändert sich die Spannung zwischen den Platten.</p> $Q = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} \cdot U$ $U = \frac{Q \cdot d}{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}$ $U = 600 \text{ V}$ <p>Aus der letzten Gleichung ist zu entnehmen, dass U proportional zum Plattenabstand ist. Das heißt, der Quotient aus U und d ist konstant. Das ist aber gerade die Feldstärke, die sich damit nicht ändert.</p>		
Antwort:	a) Ladung $4,43 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ b) Feldstärke $100\,000 \text{ V/m}$ c) Feldstärke: $666\,66 \text{ V/m}$ Ladung: $2,95 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ d) Feldstärke: $100\,000 \text{ V/m}$ Spannung: 600 V		

2.

geg.:	$C_1 = 0,115 \text{ nF}$ $L = 50 \text{ mH}$ $f = 20 \text{ kHz}$	ges.:	ϵ_2
Lösung:	Wird das Dielektrikum in den Kondensator hineingebracht, ändert sich dessen Kapazität um den Wert der gesuchten Dielektrizitätskonstanten. Die neue Kapazität lässt sich aus der Resonanzgleichung für einen Schwingkreis berechnen. $f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$ $C = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot L \cdot f^2}$ $C = 1,27 \text{ nF}$ Dieser Wert ist 11 mal größer als die Ausgangskapazität.		
Antwort:	Die Dielektrizitätskonstante beträgt 11.		

3.

Lösung: $C_3 = 4 \mu\text{F}$

(I) $C_1 + C_3 = C'$

(II) $C_2 + C_3 = C''$

(III) $(C_1 C_2 / (C_1 + C_2)) + C_3 = C$

durch Zusammenfassen der Gleichungen erhält man das Ergebnis:

z.B: In (III) werden (I) und (II) eingesetzt, so dass nur C_3 als Unbekannte stehen bleibt.. Das ergibt eine quadratische Gleichung, deren Lösungen $4 \mu\text{F}$ und $6,4 \mu\text{F}$ sind. Davon ist nur der erste Wert möglich.

4.

a) Mit $I = U/R$ erhält man einen Anfangsstrom von $3,4 \text{ mA}$.

b) Die Ladung ist das Produkt aus Stromstärke und Zeit. Da sich die Stromstärke ändert, muß die Fläche unter der Kurve berechnet werden. Dazu kann man den grafischen Taschenrechner zu Hilfe nehmen. Es läßt sich die Kurve auch zeichnen und die Fläche auszählen.

$$Q = 14,84 \cdot 10^{-3} \text{ C.}$$

Mit $C = Q/U$ erhält man als Kapazität $C = 82 \mu\text{F}$.

5. $E = P \cdot t$, $E = 1/2 \cdot C \cdot U^2$

Kapazität $1111 \mu\text{F}$