

LK Physik * K12 * Aufgabenblatt 1 zur Elektrizitätslehre

1. Auf die Platten eines Kondensator der Kapazität 120 pF (Plattenabstand $1,0 \text{ cm}$) wird eine Ladung von 20 nC aufgebracht. Dann wird die Spannungsquelle abgeklemmt.
 - a) Welche Spannung liegt am Kondensator?
 - b) Wie groß ist die Feldstärke zwischen den Platten?
 - c) Wie ändern sich die Werte für Kapazität, Spannung und Feldstärke, wenn man den Plattenabstand auf $2,0 \text{ cm}$ vergrößert?

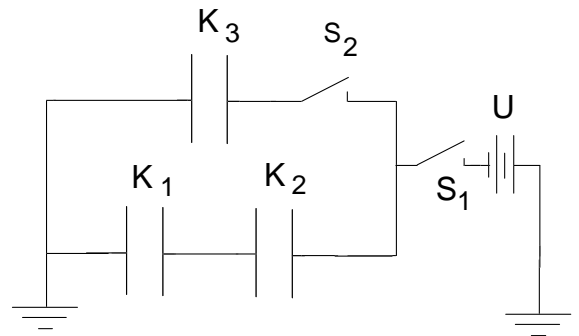
2. Bei geschlossenem Schalter S_1 und geöffnetem Schalter S_2 werden die beiden Kondensatoren K_1 und K_2 mit $C_1 = 3,0 \mu\text{F}$ und $C_2 = 2,0 \mu\text{F}$ durch die Spannung von $U = 25 \text{ V}$ aufgeladen. Nun wird S_1 geöffnet.

- a) Welche Spannung liegt an K_1 und K_2 an?
- b) Bestimmen Sie die Ladungen, die sich auf den Platten von K_1 und K_2 befinden.

Jetzt wird der Schalter S_2 geschlossen.

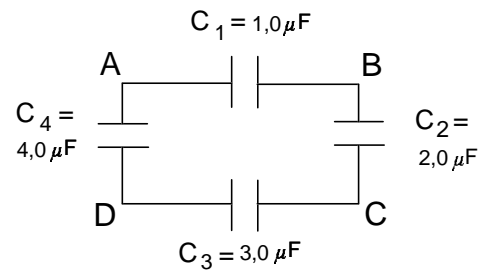
Der Kondensator K_3 mit der Kapazität $C_3 = 2,4 \mu\text{F}$ liegt nun parallel zu K_1 und K_2 .

- c) Welche Spannung liegt nun an K_1 und K_2 an?



3. Mit einem Messgerät kann man zwischen zwei Punkten des abgebildeten Netzwerkes von Kondensatoren einen Kapazitätswert ermitteln.

- a) Welchen Gesamtkapazitätswert ermittelt man zwischen den Punkten A und B bzw. A und C?
- b) Zwischen den Punkten A und C wird eine Spannung von 30 V angelegt. Welche Spannung kann man nun zwischen A und B bzw. B und D messen?

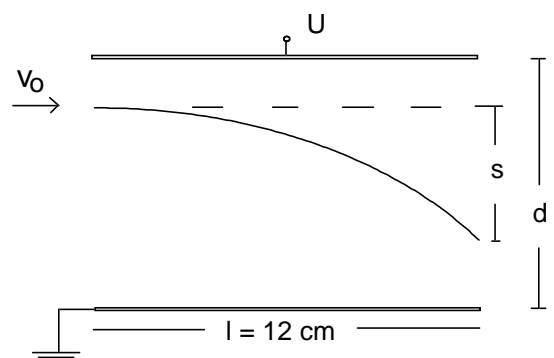


4. Ein Elektron tritt senkrecht zu den elektrischen Feldlinien eines Plattenkondensators (im Vakuum) mit der Geschwindigkeit v_0 ein.

- a) Zeigen Sie, dass sich das Elektron auf einer Parabelbahn bewegt.
- b) An den Platten des Kondensators liegt eine Spannung von 300 V an. Der Plattenabstand beträgt $d = 5,0 \text{ cm}$, die Plattenlänge $l = 12 \text{ cm}$. Mit welcher Geschwindigkeit tritt das Elektron aus dem Plattenkondensator aus, wenn gilt $v_0 = 1,5 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$?

- c) Bestimmen Sie die Abweichung s von der ursprünglichen Bewegungsrichtung!

- d) Für welche Werte von v_0 kann das Elektron den Kondensator durchqueren ohne an den Platten anzustoßen?



Man kann das Elektron so in den Kondensator einschließen, dass es den Kondensator mit der gleichen Geschwindigkeit wie beim Eintritt verlässt.

- e) Bestimmen Sie für diesen Fall die Bahndaten, wenn $v_0 = 1,5 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ beträgt!

Lösungen

1. a) $U = \frac{Q}{C} = \frac{20 \text{ nC}}{120 \text{ pF}} = 1,7 \cdot 10^2 \text{ V}$ b) $E = \frac{U}{d} = \frac{1,7 \cdot 10^2 \text{ V}}{0,01 \text{ m}} = 1,7 \cdot 10^3 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
 c) $C \sim \frac{1}{d} \Rightarrow C$ halbiert sich; $Q = \text{konst.}$, d.h. $U \sim \frac{1}{C} \Rightarrow U$ verdoppelt sich;
 $E = \frac{U}{d} \Rightarrow E$ ändert sich nicht.

2. a) $\frac{C_2}{C_1} = \frac{2}{3}$ und $Q_1 = Q_2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{3}{2}$; wegen $U_1 + U_2 = 25 \text{ V} \Rightarrow U_1 = 10 \text{ V}$, $U_2 = 15 \text{ V}$

b) $Q_2 = Q_1 = C_1 \cdot U_1 = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ As}$

c) $\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C_{12} = 1,2 \mu\text{F}$ also $C_3 = 2 C_{12}$

wegen $U_3 = U_{12, \text{neu}} \Rightarrow Q_3 = 2 Q_{12, \text{neu}}$ und $Q_3 + Q_{12, \text{neu}} = Q_{12, \text{alt}} = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ As}$

$\Rightarrow Q_3 = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ As}$ und $Q_{2, \text{neu}} = Q_{12, \text{neu}} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ As} = \frac{1}{3} Q_{2, \text{alt}}$

$\Rightarrow U_{2, \text{neu}} = \frac{1}{3} U_{2, \text{alt}} = 5,0 \text{ V}$ und $U_{1, \text{neu}} = \frac{1}{3} U_{1, \text{alt}} = 3,3 \text{ V}$

3. a) $\frac{1}{C_{234}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} \Rightarrow C_{234} = \frac{12}{13} \mu\text{F} = 0,92 \mu\text{F}$

$C_{AB} = C_1 + C_{234} = \frac{25}{13} \mu\text{F} = 1,9 \mu\text{F}$

$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C_{12} = \frac{2}{3} \mu\text{F}$; entsprechend $C_{34} = \frac{12}{7} \mu\text{F}$

$C_{AC} = C_{12} + C_{34} = \frac{50}{21} \mu\text{F} = 2,4 \mu\text{F}$

b) $U_{AC} = 30 \text{ V}$; $\frac{U_{AB}}{U_{BC}} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{2}{1}$ und $U_{AB} + U_{BC} = U_{AC} \Rightarrow U_{AB} = 20 \text{ V}$; $U_{BC} = 10 \text{ V}$

$\frac{U_{AD}}{U_{DC}} = \frac{C_3}{C_4} = \frac{3}{4}$ und $U_{AD} + U_{DC} = 30 \text{ V} \Rightarrow U_{AD} = \frac{90}{7} \text{ V} = 12,9 \text{ V}$ und

$U_{DC} = \frac{120}{7} \text{ V} = 17,1 \text{ V}$; $U_{DB} = |U_{BA} - U_{AD}| = 20 \text{ V} - 12,9 \text{ V} = 7,1 \text{ V}$

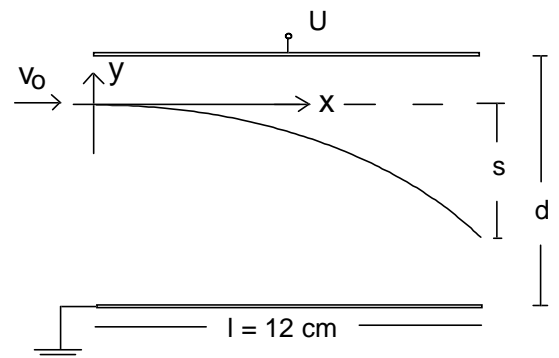
4. a) Koordinatensystem: siehe Bild

$a_y = \frac{F_y}{m} = \frac{e \cdot U}{m \cdot d}$; $x(t) = v_0 \cdot t$

$y(t) = -\frac{1}{2} a_y t^2 \Rightarrow$

$y(x) = -\frac{1}{2} \cdot \frac{e \cdot U}{m \cdot d} \cdot \frac{x^2}{v_0^2}$, $\Rightarrow y = c \cdot x^2$

\Rightarrow Bahnkurve ist eine Parabel.



b) Flugdauer Δt durch den Kondensator:

$\Delta t = \left(\frac{0,12 \text{ m}}{v_0} \right)^2 = 8,0 \cdot 10^{-9} \text{ s}$; $v_y = |a_y| \cdot \Delta t = 1,05528 \cdot 10^{15} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 8,0 \cdot 10^{-9} \text{ s}$

$v_y = 8,4 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $v_x = v_0$; $v = \sqrt{v_y^2 + v_x^2} = 1,7 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

c) $s = |y(12 \text{ cm})| = \frac{1}{2} a_y \frac{(0,12 \text{ m})^2}{v_0^2} = 3,4 \text{ cm}$

d) $s < 5,0 \text{ cm}$ (Einschuss ganz oben!) d.h. $\frac{1}{2} \cdot a_y \cdot \frac{(0,12 \text{ m})^2}{v_0^2} < 0,05 \text{ m} \Rightarrow v_0 > 1,23 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

e) Einschuss unter dem Winkel α (siehe Skizze!)

$v_{x0} = v_0 \cdot \cos \alpha$; $v_{y0} = v_0 \cdot \sin \alpha$; $\Delta t = \frac{0,12 \text{ m}}{v_0 \cdot \cos \alpha}$

$v_y(t) = v_0 \sin \alpha + a_y \cdot t$; aus $v_y(\Delta t) \stackrel{!}{=} -v_{y0}$ folgt

$\sin(2\alpha) = \sin \alpha \cdot \cos \alpha \stackrel{!}{=} |a_y| \cdot \frac{0,12 \text{ m}}{2 \cdot v_0^2} \Rightarrow \alpha = 17^\circ$

