

Das elektrische Feld

1. Aufgabe

Ein Kondensator der Kapazität $C = 0,2\mu\text{F}$ wird aufgeladen und über einen Widerstand von $R = 100\text{M}\Omega$ entladen. Mit einem Stromstärkemessgerät werden die folgenden $I - \text{Werte}$ in Abhängigkeit von der Zeit t gemessen:

t/s	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
$I/\mu\text{A}$	70	54,5	42,5	33,1	25,8	20,1	15,6	12,2	9,5	7,4	5,7	4,5	3,5	2,7

- Zeichne die Schaltung der Versuchsdurchführung!
- Skizziere den Verlauf der $I(t) - \text{Kurve}$ und bestimme die $I(t) - \text{Gleichung}$!
- Zeige, dass auch gilt: $I(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{1}{RC}t}$!
- Berechne die Zeit, nach der sich der Kondensator zur Hälfte entladen hat!
- Bestimme die Ladungsmenge, die von $t = 10\text{s}$ bis $t = 50\text{s}$ vom Kondensator abgeflossen ist!

2. Aufgabe

Mit einer Stromwaage wird die elektrische Feldstärke eines Plattenkondensators, dessen Platten waagrecht ausgerichtet sind, bestimmt. Man erhält: $E = 1,57 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$.

- Skizziere den Versuchsaufbau und beschreibe das Messverfahren! Die Stromwaage zeigt während der Messung den Wert $0,44 \text{ mN}$ an. Berechne die für die Bestimmung von E noch fehlende Messgröße!
- Der Abstand der beiden Kondensatorplatten beträgt $3,5 \text{ cm}$. Berechne die am Kondensator angelegte Spannung!
- Eine kleine Aluminiumkugel mit der Masse $0,4 \text{ g}$ soll im elektrischen Feld des Plattenkondensators schweben. Hierzu wird sie mit N Elektronen aufgeladen. Berechne N !
- Zeichne ein Feldlinienbild zu dem in c) beschriebenen Versuch!

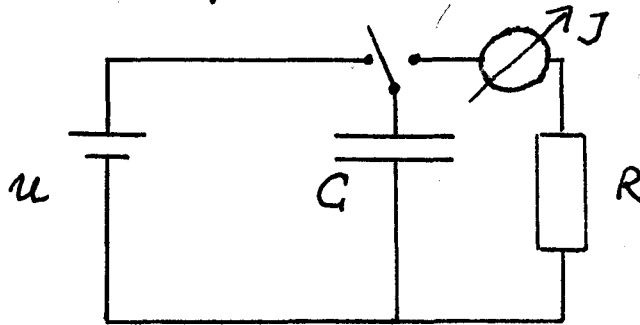
3. Aufgabe

Eine kleine Metallkugel besitzt die Masse $m = 1 \text{ g}$ und wird mit $q = 5 \text{ nC}$ negativ aufgeladen. Sie wird senkrecht von unten nach oben in ein vertikales elektrisches Feld mit $E = 500 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ geschossen und besitzt die Anfangsgeschwindigkeit $v = 30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

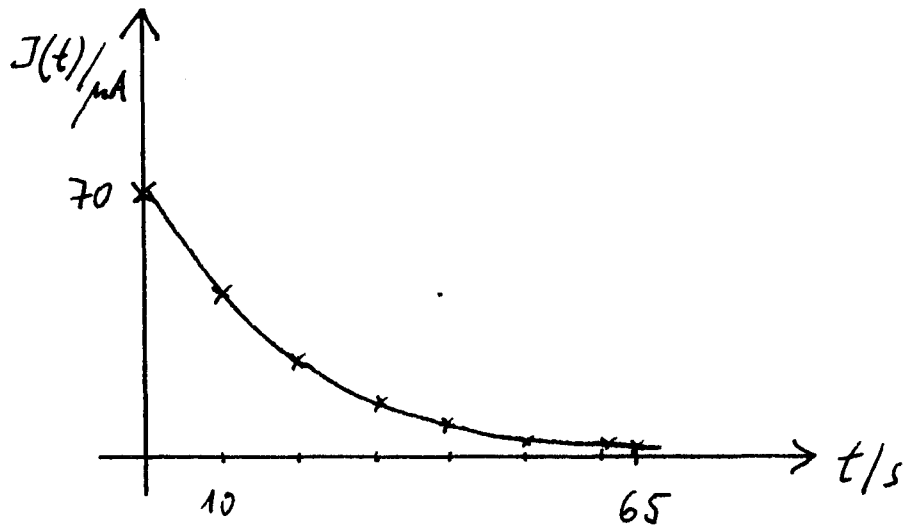
- Berechne die von der Kugel über dem Einschussloch erreichte Höhe, wenn man nur ihre Masse, aber nicht ihre Ladung berücksichtigt!
- Berechne die von der Kugel über dem Einschussloch erreichte Höhe, wenn man nur ihre Ladung, aber nicht ihre Masse berücksichtigt!
- Berechne die von der Kugel über dem Einschussloch erreichte Höhe, wenn man sowohl ihre Masse als auch ihre Ladung berücksichtigt!
- Erläutere deine Berechnungen und Ergebnisse!

1. Aufgabe; $C = 0,2 \mu\text{F}$; $R = 100 \text{M}\Omega$

a) Schaltung



b) $J(t)$ -Kurve, $J(t)$ -Gleichung



L1: t in s; L2: $J(t)$ in A; Exp Reg L1, L2, Y1

$$y = 7,0079 \cdot 10^{-5} \cdot 0,95122^x \Rightarrow$$

$$J(t) = 70,079 \mu\text{A} \cdot 0,95122^{t \text{ s}^{-1}}$$

c) Beh: $J(t) = J_0 \cdot e^{-\frac{1}{R \cdot C} \cdot t}$

$$0,95122^{t \text{ s}^{-1}} = e^{-k \cdot t}; \quad k > 0 \wedge [k] = \text{s}^{-1}$$

$$t \text{ s}^{-1} \cdot \ln(0,95122) = -k \cdot t \Rightarrow k = -\ln(0,95122) \text{ s}^{-1}$$

$$\Rightarrow k = 0,05 \text{ s}^{-1}; \quad \frac{1}{R \cdot C} = \frac{1}{100 \cdot 10^6 \Omega \cdot 0,2 \cdot 10^{-6} \text{F}} = 0,05 \frac{1}{\Omega \text{F}}$$

$$\Rightarrow J(t) = 70,079 \mu\text{A} \cdot e^{-0,05 \text{ s}^{-1} \cdot t}$$

d) Halbwertszeit

= 2 =

$$\frac{1}{2} \cdot J_0 = \underbrace{70,079 \mu\text{A}}_{= J_0} \cdot e^{-0,05 \text{ s}^{-1} \cdot t_H} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2} = e^{-0,05 \text{ s}^{-1} \cdot t_H} \Rightarrow -\ln(2) = -0,05 \text{ s}^{-1} \cdot t_H$$

$$\Rightarrow t_H \approx 13,863 \text{ s}$$

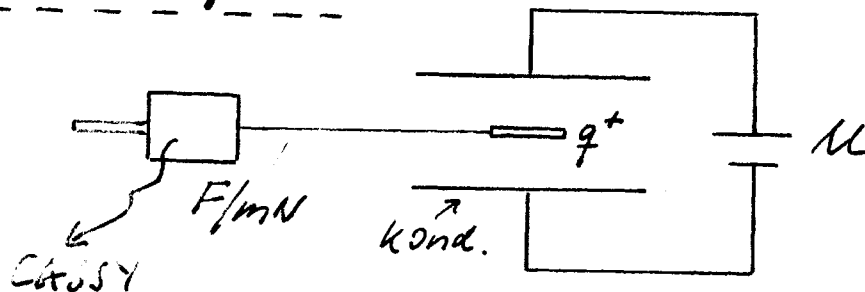
e) Q von t = 10 s bis t = 50 s

$$\int_{10 \text{ s}}^{50 \text{ s}} J(t) dt \approx 7,3483 \cdot 10^{-4} \text{ C} \quad (\text{CALC, 7})$$

$$\text{Bew.: } \int_{10}^{50} J(t) dt (Y1, X, 10, 50) = 7,3483 \cdot 10^{-4} \text{ C} \\ (\text{MATH, 9})$$

2. Aufgabe: $E = 1,57 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$

a) Versuchsaufbau



Messverfahren An die Platten eines Kondensators wird eine konstante Spannung U angelegt. Eine Metallplatte, die an einem elektronischen Kraftmesser befestigt ist, wird mit einer Ladung q^+ geladen und senkrecht zu den Feldlinien des K . in das Feld gebracht. Am Kraftmesser wird mit Hilfe von Strom die Kraft F gemessen, die auf q wirkt.

q bestimmen $E = \frac{F}{q} \Rightarrow q = \frac{F}{E} \Rightarrow$

$$q = \frac{0,44 \cdot 10^{-3} \text{ N}}{1,57 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}} = 2,8025 \text{ nC}$$

b) U berechnen $d = 3,5 \text{ cm}$;

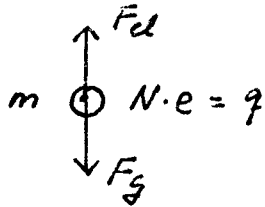
= 3 =

$$E = 1,57 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$E = \frac{U}{d} \Rightarrow U = E \cdot d = 1,57 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} \cdot 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\Rightarrow U = 5495 \text{ V}$$

c) Anzahl der Elektronen $m = 0,4 \text{ g}$



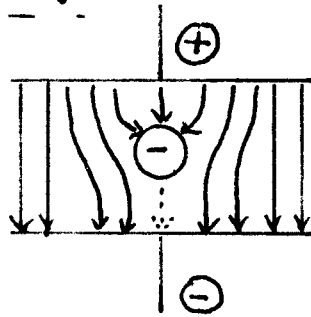
$$F_d = F_g \Leftrightarrow q \cdot E = m \cdot g \Leftrightarrow$$

$$N \cdot e \cdot E = m \cdot g \Leftrightarrow$$

$$N = \frac{0,4 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{e \cdot 1,57 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}} \approx 1,5600 \cdot 10^{11}$$

Die Masse der Elektronen kann vernachl. werden!

d) Feldlinienbild

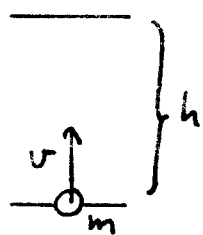


3. Aufgabe

$$m = 1 \text{ g} ; q = 5 \text{ nC} ; E = 500 \frac{\text{N}}{\text{C}} ; v = 30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$= 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

a) h_1 , falls nur die Masse bremst



$$\frac{1}{2} m v^2 = m \cdot g \cdot h \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g}$$

$$\Rightarrow h = \frac{(30/3,6)^2}{2 \cdot 9,81} \text{ m} \approx 3,5395 \text{ m}$$

b) h_2 , falls nur die Ladung bremst

$$\frac{1}{2} m v^2 = F_{el} \cdot h = q \cdot E \cdot h \Rightarrow h = \frac{m v^2}{2 \cdot q \cdot E} \Rightarrow$$

$$h = \frac{10^{-3} (30/3,6)^2}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-9} \cdot 500} \text{ m} \approx 13888,89 \text{ m}$$

c) h, falls Ladung und Masse bremsen

$$\frac{1}{2} m v^2 = m \cdot g \cdot h + q \cdot E \cdot h \Rightarrow$$

$$h = \frac{m v^2}{2 (m \cdot g + q \cdot E)} = \frac{10^{-3} \cdot (30/3,6)^2}{2 (10^{-3} \cdot 9,81 + 5 \cdot 10^{-9} \cdot 500)}$$

$$h \approx 3,5386 \text{ m} \quad (\text{Der Einfluss der Ladung ist gering.})$$

d) Erläuterungen

zu a) Die kin. Energie der Kugel wird in Hubarbeit umgewandelt, bis die Kugel in ca. 3,54 m zum Stillstand kommt.

zu b) Die kin. Energie d. K. wird in el. Energie umgewandelt, bis die Kugel in ca. 13,9 km zum Stillstand kommt.

zu c) Die kin. En. d. K. wird sowohl in Hubarbeit als auch in el. Arbeit umgewandelt, bis die Kugel in ca. 3,54 m zum Stillstand kommt. Hierbei ist der bremsende Einfluss der Ladung gering.