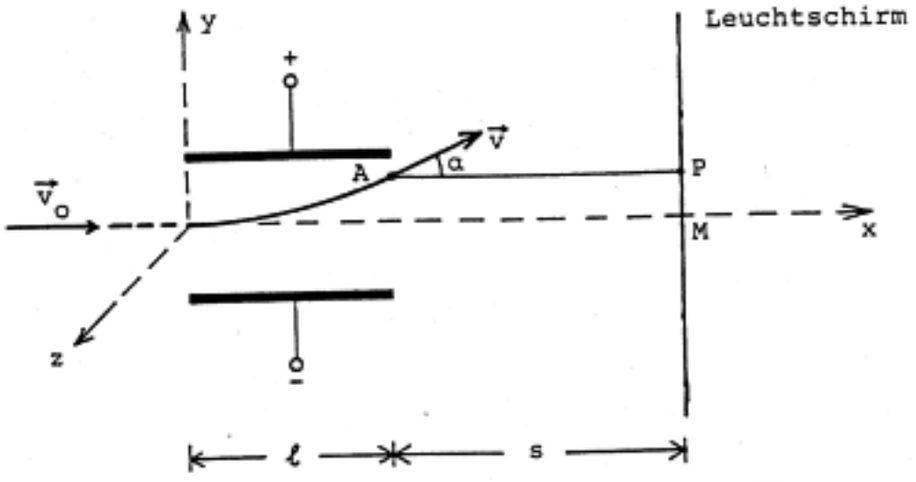
Name: Punkte: Note:

KS 12/1 2. Klausur



1. Elektronen der Geschwindigkeit $v_0 = 7{,}5 * 10^6$ m/s treten längs der Mittelachse x in einen Plattenkondensator ein, an den eine Ablenkspannung U_y angelegt wird. Nach Durchlaufen des Kondensators gelangen die Elektronen in einen feldfreien Raum und treffen schließlich auf einen Leuchtschirm (siehe Abbildung). Die Länge der Kondensatorplatten beträgt l = 6,0 cm, der Plattenabstand d = 3,0 cm und die Entfernung vom Kondensator zum Leuchtschirm s = 4,0 cm. Die Anordnung befindet sich im Vakuum.

   a) Bei der konstanten Spannung von 150 V verlassen die Elektronen den Kondensator im Punkt A.
   In welcher Zeit t_1 durchfliegen die Elektronen den Kondensator?
   Um welche Strecke y_A sind sie nach Durchlaufen des homogenen elektrischen Feldes abgelenkt worden?
   Berechnen Sie den Betrag der Elektronengeschwindigkeit in Punkt A.
   Wie groß ist der Ablenkwinkel α gegen die x-Richtung?
   (8 Punkte)

   b) Beschreiben Sie die Bahnkurve der Elektronen im Kondensatorfeld und im feldfreien Raum zwischen Kondensator und Leuchtschirm.
   Die Elektronen treffen im Punkt B auf den Leuchtschirm. Bestimmen Sie den Abstand y_B dieses Punktes von der x-Achse.
   Was wäre auf dem Leuchtschirm zu beobachten, wenn entlang der x-Achse ein kontinuierlicher Elektronenstrahl in den Kondensator eingeschossen würde und sich die Spannung U_y in der Zeit t_2 kontinuierlich zwischen den Werten ± 150 V verändern würde? Dabei gilt: $t_2 >> t_1$.
   (6 Punkte)

$e = 1{,}6 * 10^{-19}$ C
$m_e = 9{,}1 * 10^{-31}$ kg

Name: Punkte: Note:

KS 12/1 2. Klausur

---

2. Ein ungeladener Kondensator der Kapazität C wird nach dem Schließen eines Schalters zum Zeitpunkt t = 0s über den Ohmschen Widerstand R = 500 Ω aufgeladen. Für den Aufladestrom I in Abhängigkeit von der Zeit t ergeben sich die nachstehenden Messwerte:

t in s	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I in mA	200	148	110	81	60	45	33	25	18	13	10

Stellen Sie die Messergebnisse in einem I-t-Diagramm dar.
Bestimmen Sie die Spannung U_0 der Quelle, mit der der Kondensator aufgeladen wurde.
Berechnen Sie für den Zeitpunkt $t_1 = 2$ s aus obiger Messtabelle die am Kondensator anliegende Spannung $U_C(t_1)$.
Bestimmen Sie mit einer grafischen Methode näherungsweise aus dem I-t-Diagramm die bis zum Zeitpunkt $t_1 = 2$ s geflossene Ladung Q_1 und die Kapazität des Kondensators.
(8 Punkte)

3. Ein luftgefüllter Kondensator mit quadratischen Platten der Kantenlänge a = 40 cm und dem Plattenabstand d = 2 mm wird zunächst an eine Spannungsquelle U = 25 V angeschlossen. Dann wird der geladene Kondensator von der Spannungsquelle getrennt und mit einem ungeladenen Kondensator der Kapazität $C_2 = 200$ pF verbunden.
Welche Spannung U* stellt sich zwischen den Kondensatorplatten ein?
Berechnen Sie die Abnahme der elektrischen Feldenergie beim Verbinden der beiden Kondensatoren.
(6 Punkte)

$\varepsilon_0 = 8{,}85 * 10^{-12}$ C/Vm

Physik Klausur Nr. 2

① Geg:

$V_0 = 7{,}5 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$

$l = 4\,cm = 0{,}04\,m$

$d = 0{,}03\,m$

$s = 0{,}06\,m$

a) $U = 150\,V$

horizontal: konstante Geschwindigkeit V_0

1. $t_1 = \frac{s}{V_0} = \frac{0{,}06\,m}{7{,}5 \cdot 10^6 \frac{m}{s}} \approx 8 \cdot 10^{-9}\,s$

Antwort: Die Elektronen durchfliegen den Kondensator in $8 \cdot 10^{-9}\,s$

2. Gesucht: y_A

Formeln:

$s = \frac{1}{2} a t^2$

$a = \frac{F}{m}$

$F = E \cdot q$

$F = \frac{U}{d}$

Geg:

$e = q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,C$

$m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}\,kg$

Einsetzen:

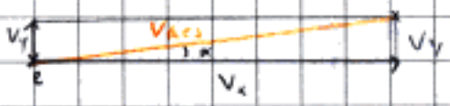
$$s = \frac{t^2 \cdot U \cdot q}{2 \cdot m \cdot d} = \frac{(8 \cdot 10^{-9})^2\,s^2 \cdot 150\,V \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,C}{2 \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31}\,kg \cdot 0{,}03\,m}$$

$= 0{,}0281\,m \hat{=} 2{,}81\,cm$

Antwort: Die Elektronen sind nach dem Durchlaufen des K. um 2,81 cm abgelenkt worden.

3. Elektronengeschwindigkeit in Punkt q:

Skizze



$v_x = v_0$

$$v_{Res} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$ ✓

Berechnen von v_y:

Formeln:

$$v_y = a \cdot t$$

$$a = \frac{F}{m}$$

$$F = E \cdot q$$

$$E = \frac{U}{d}$$

einsetzen:

$$v_y = \frac{U \cdot q \cdot t}{m \cdot d} = \frac{150\,V \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,C \cdot 8 \cdot 10^{-9}\,s}{9{,}1 \cdot 10^{-31}\,kg \cdot 0{,}03\,m}$$

$$= 7{,}03 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$$ ✓

$$v_{Res} = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{(7{,}5 \cdot 10^6)^2 \frac{m^2}{s^2} + (7{,}03 \cdot 10^6)^2 \frac{m^2}{s^2}}$$

$$\approx 1{,}03 \cdot 10^7 \frac{m}{s}$$ ✓

$$= 10281664 \frac{m}{s}$$

A: Der Betrag der Elektronengeschwindigkeit in Punkt A ist $1{,}03 \cdot 10^7 \frac{m}{s}$

4.

Ablenkwinkel α gegen die x-Richtung:

$$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} \quad \checkmark$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{v_y}{v_x} \approx 43,15° \quad \checkmark$$

8(8)

c)

Antwort: Der Ablenkwinkel gegen die x-Richtung beträgt 43,15°

b)

1.

Die Bahnkurve im Kondensatorfeld ist eine überlagerte Bewegung. Sie besteht zum einen aus der gleichförmigen Bewegung in Richtung der x-Achse mit der Geschwindigkeit v_0, zum Anderen aus der beschleunigten Bewegung in y-Richtung, die durch die elektrische Feldkraft ~~Anregt~~ verursacht wird.

unscharf! Fragestellung!!

Im feldfreien Raum zwischen Kondensator und Schirm handelt es sich um eine gleichförmige Bewegung, da keine Kraft einwirkt (Gewichtskraft vernachlässigen), allerdings ist nicht nur die Teilbewegung in x-Richtung, sondern auch die vom ~~Feld~~ es durch das Feld durchlaufen erhaltene Teilbewegung in y-Richtung gleichförmig.

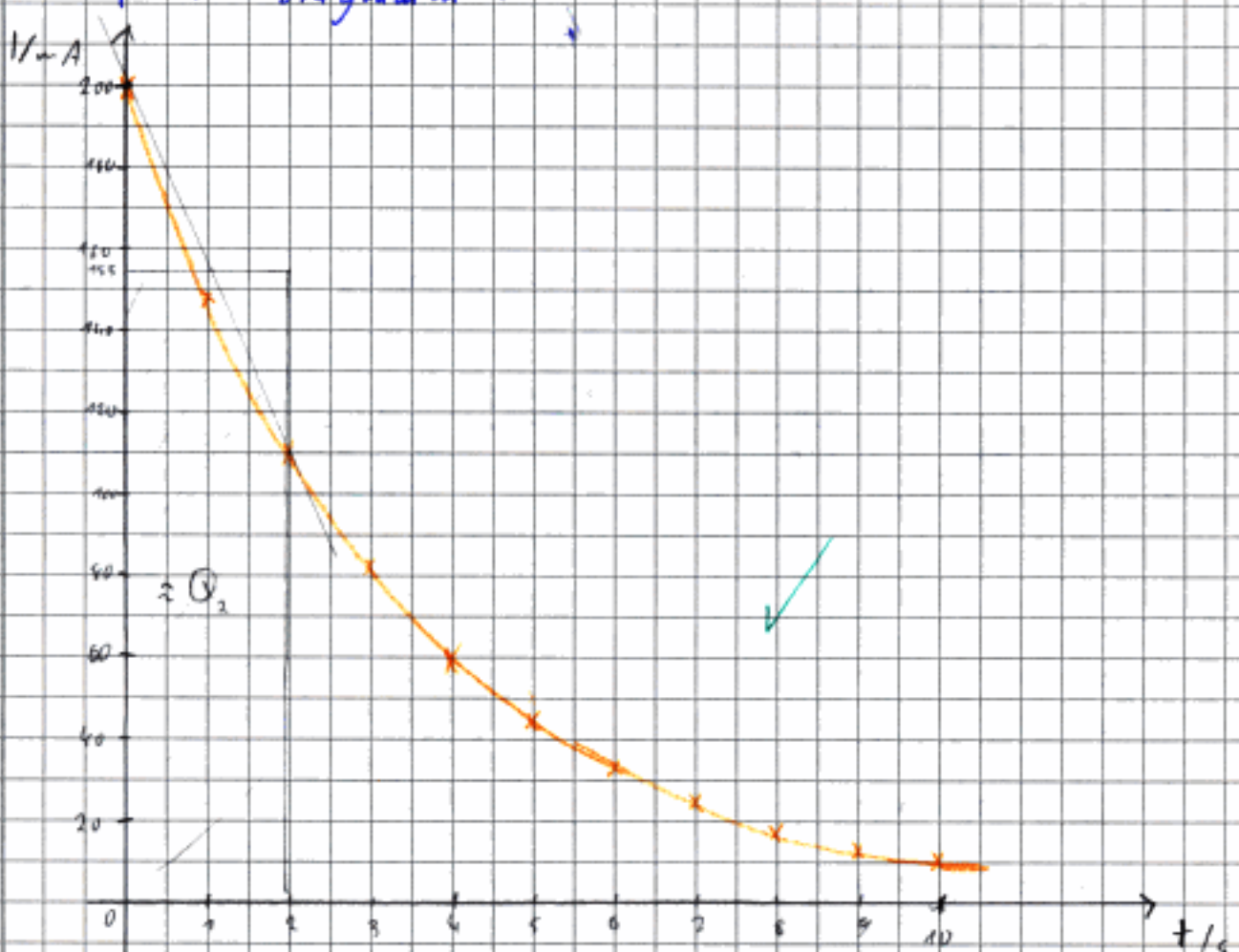
Folge ist eine ~~schräge Bahn im Raum mit dem Winkel~~ α. Steigungswinkel

B5(14)

②

Geg: $R = 500\ \Omega$

1. I - t - Diagramm:



2. $R = \frac{U}{I}$

$U_0 = R \cdot I_0 = 500\ \Omega \cdot 0{,}2\ A = 100\ V$

→ Der Kondensator wurde mit der Spannung 100 V aufgeladen.

13,5(14)

$U_{(2)} = R \cdot I_2 = 500\,\Omega \cdot 0{,}11\,A = 55\,V$

$U_{(C)(2)} = U_0 - U_2 = 45\,V$ ✓

→ Am Kondensator liegt zum Zeitpunkt t = 2s die Spannung 45 V an

4.

$Q_{(2)} = I_m \cdot t = 0{,}1554 \cdot 2\,s = 0{,}31\,C$ ✓

$C_K = \frac{Q}{U}$ ✓ $= \frac{Q}{U_0 - R \cdot I_2}$ (s.o.) $= \frac{0{,}31\,C}{100\,V - 500\,\Omega \cdot 0{,}11\,A}$

$= 6{,}9 \cdot 10^{-3}\,F$ ✓

8(8)

21,5(22)

③ Geg:

1. $a = 0{,}4\,m$ $\quad C_2 = 2 \cdot 10^{-10}\,F$

$d = 0{,}002\,m$

$U = 25\,V$

Rechnung:

$A = a^2 = 0{,}4^2\,m^2 = 0{,}16\,m^2$

$C_1 = \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d} = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\frac{C}{Vm} \cdot \frac{0{,}16\,m^2}{0{,}002\,m}$

$= 7{,}08 \cdot 10^{-10}\,F$ ✓

$Q = C_1 \cdot U = 7{,}08 \cdot 10^{-10}\,F \cdot 25 = 1{,}77 \cdot 10^{-8}\,C$ ✓

$C_{ges} = C_1 + C_2 = 7{,}08 \cdot 10^{-10}\,F + 2 \cdot 10^{-10}\,F$

$= 9{,}08 \cdot 10^{-10}\,F$ ✓

Q = konst!

$U^* = \frac{Q}{C_{ges}} = \frac{1{,}77 \cdot 10^{-8}\,C}{9{,}08 \cdot 10^{-10}\,F} \approx 19{,}5\,V$ ✓

→ Es stellt sich die Spannung 19,5 V zwischen den Kondensatorplatten ein.

21,5 (22)

2.

$$\Delta W = W_1 - W_2 \quad \checkmark$$

$$= \frac{1}{2} Q \cdot (U_0 - U^*)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1{,}77 \cdot 10^{-8}\,C \cdot (25\,V - 19{,}5\,V)$$

$$= 4{,}87 \cdot 10^{-8}\,J \quad (\checkmark)$$

Antwort:

6 (6)

Die Feldenergie beim Verbinden der beiden Kondensatoren nimmt um $4{,}87 \cdot 10^{-8}\,J$ ab. ✓

27,5 (28)