

**1. Aufgabe - Der Versuch von Millikan (40 Punkte)***Millikan*

*Robert Andrews, amerikanischer Physiker, \*Morrison (Illinois) 22.3.1868, Pasadena (Kalifornien) 19.12.1953; bestimmte ab 1911 in mehreren Versuchen als Erster die Ladung des Elektrons (elektrische Elementarladung) aus der Fallgeschwindigkeit geladener Öltröpfchen im elektrischen Feld (Millikan-Versuch), bestätigte das einsteinsche Gesetz für den Photoeffekt und bestimmte damit den Wert des planckschen Wirkungsquantums, arbeitete über UV- und Röntgenstrahlung. 1923 erhielt Millikan für seine Präzisionsmessungen den Nobelpreis für Physik.*

© 2003 Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG

1. Skizziere und erläutere den historischen Versuch von Millikan zur Bestimmung der Elementarladung. Gehe dabei besonders auf die experimentellen Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Tröpfchenmasse ein. KEINE HERLEITUNG!(10P)
2. Der Plattenabstand beträgt  $d=6\text{mm}$ . Berechne im Kondensator die Feldstärke  $E$ , wenn eine Spannung von  $300\text{V}$  anliegt. Zeige dabei, dass die Einheiten  $\text{V/m}$  und  $\text{N/C}$  identisch sind. (5P)
3. Erläutere anhand einer Skizze, wie der Feldlinienverlauf des elektrischen Feldes im Kondensator aussieht (Richtung!). Begründe, warum sich Feldlinien nicht schneiden können und warum sie auf Metallocberflächen (Tipp: quasi unendlich gute Leiter) immer senkrecht stehen. (10P)
4. Leite kommentiert die Beziehung  $\frac{m \cdot g \cdot d}{U} = q$  für den „Schwebezustand“ der Tröpfchen her. (10P)
5. Ein Schüler (natürlich aus dem Parallelkurs ☺) wird über eine Hochspannungsquelle aufgeladen. Er nimmt dabei eine Ladung von  $1\text{mC}$  auf. Der Kondensator wird etwas größer dimensioniert - der Plattenabstand beträgt nun  $3\text{m}$ . Berechne die erforderliche Spannung, um den Schüler der Masse  $50\text{kg}$  „schweben“ zu lassen und kommentiere das Ergebnis. (5P)

**2. Aufgabe - Die Braunsche Röhre (40 Punkte)*****Elektronenstrahlröhre***

*(Kathodenstrahlröhre), aus der braunschen Röhre weiterentwickelte evakuierte oder mit geringen Gasmengen gefüllte Elektronenröhre, bei der die von der Glühkathode emittierten Elektronen durch elektrostatische oder magnetische Felder gebündelt werden, auf einen Leuchtschirm (Bildschirm) gelenkt und dort als Elektronenstrahl sichtbar gemacht werden; angewendet als Fernsehbildröhre (Bildröhre), als Oszilloskopröhre (Oszilloskop) und an Bildschirmgeräten.*

© 2003 Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG

1. Berechne die kinetische Energie in eV und in J sowie die Geschwindigkeit von Elektronen nach dem Durchlaufen einer Beschleunigungsspannung von  $U_a=1000V$  (zur Kontrolle und für die folgenden Aufgaben:  $v=18,8 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ ). (6P)
2. Obige Elektronen treten nun nach einer kurzen Freiflugphase mittig in einen Ablenkkondensator ein. Dessen Ablenkspannung beträgt  $U=400V$ , der Plattenabstand  $d=30\text{mm}$ , seine Länge  $l=12\text{cm}$ . Wähle als Koordinatenursprung den Eintrittspunkt, als x-Achse die Horizontale und als y-Achse die Vertikale in Richtung zur positiv geladenen Kondensatorplatte.
  - a. Leite kommentiert die Beziehung  $y(x) \sim x^2$  her, wenn x die zurückgelegte Strecke im Kondensator ist. (10P)
  - b. Zeichne (Operator beachten!!! Gemeint ist KEINE SKIZZE!!!) die Bahnkurve eines Elektrons unter obigen Bedingungen. (10P)
  - c. Berechne mit obigen Angaben zur Geometrie und zum Koordinatensystem den Geschwindigkeitsvektor beim Aufprall. Korreliere dessen Betrag mit der durchlaufenen Spannung. (14P)

☺ ☺ ☺ Viel Spaß! ☺ ☺ ☺

Musterlösung zur 1. Physik - Klausur 12.1

Aufgaben

1.) siehe Mitschrift

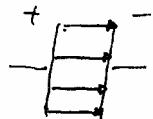
$$2.) E = \frac{U}{d} = \frac{300V}{6 \cdot 10^{-3}m} = 50 \frac{eV}{m}$$

$$\left[ \frac{V}{m} \right] = \left[ \frac{J/C}{m} \right] \cdot \left[ \frac{N \cdot m}{m \cdot C} \right] = \left[ \frac{N}{C} \right] \text{ grad}$$

$\uparrow \quad \uparrow$

$$U = \frac{W}{Q} \quad J = N \cdot m$$

3.)



- von "+" nach "-"
- äquidistant + parallel  $\Rightarrow$  homogen
- Felder addieren sich zu einem Gesamtfeld, immer ein Feld
- tangentiale Komponenten verschwinden dadurch, bis nichts feldfrei

$$4.) F_G = F_E \Leftrightarrow mg = q \cdot E \Leftrightarrow mg = q \frac{U}{d}$$

Kräftegleichgew. per def. homogenes Feld

$$\Leftrightarrow q = \frac{mgd}{U}$$

$$5.) U = \frac{mgd}{q} = \frac{50 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3 \text{ m}}{10^{-3} \text{ C}} = 150 \cdot 9,81 \text{ eV}$$

$$= \underline{\underline{1,4715 \text{ MV}}} \quad \text{unrealistisch hoch}$$

Aufgabe 2

$$1.) E_{kin} = 1 \text{ keV} = 1,602 \cdot 10^{-16} \text{ J}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 E_{kin}}{m}} = 18,76 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$2.) \text{a) } y(t) = \frac{1}{2} a t^2, \text{ konstante Kraft in } y\text{-Richtung, } v_{y0} = 0$$

$$= \frac{1}{2} \frac{F}{m} t^2 = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} t^2 = \frac{1}{2} \frac{eU}{md} t^2 \quad \begin{matrix} \text{homog.} \\ \text{Feld im} \\ \text{Platten-} \\ \text{kanalraum} \end{matrix}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{eU}{md} \cdot \left( \frac{x}{v_x} \right)^2 \quad \begin{matrix} \text{da } v_x = \text{const.} \\ \text{gilt } x = v_x \cdot t, \\ \text{wenn Ursprung am Kanalraum-} \\ \text{ende an} \end{matrix}$$

$$\Rightarrow y(x) = \frac{eU}{2md v_x^2} \cdot x^2 \sim x^2 \text{ Parabel!}$$

2.) b) Schritt 1 : Berechnen von mind. 5 Werten  $y(x)$

Schritt 2 : Berechnen Au/parallel punkt ( $x = 6,7 \text{ cm}$ )

Schritt 3 : Zeichne das ganze  $xy$ -Schaubild!

zum Au/parallel punkt:  $y(x) = \frac{d}{2} \Leftrightarrow \frac{eUx^2}{2md v_x^2} = \frac{d}{2}$

$$\Leftrightarrow x = \sqrt{\frac{d^2 m v_x^2}{eU}} = \sqrt{\frac{m}{eU}} \cdot d \cdot v_x$$

$$= \underline{\underline{6,7 \text{ cm}}}$$

Frage 2. c)

$$\vec{v} = \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 18,76 \cdot 10^6 \frac{m}{s} \\ a \cdot t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \dots \\ \frac{eU}{md} \cdot \frac{x}{v_x} \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} \dots \\ \frac{eU \cdot 6,7cm}{md \cdot v_x} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 18,76 \cdot 10^6 \frac{m}{s} \\ 8,37 \cdot 10^6 \frac{m}{s} \end{pmatrix}$$

$$\vec{v} = \begin{pmatrix} 18,76 \\ 8,37 \end{pmatrix} \cdot 10^6 \frac{m}{s} \Rightarrow E_{kin} = \frac{1}{2} m v^2 \\ = \frac{1}{2} m (v_x^2 + v_y^2)$$

$$= 1,922 \cdot 10^{-16} J$$

$$= 1199,91 eV$$

$$E_{kin} = 1200 eV !$$

Das ist exakt "q \cdot U" !

$$U = 1000 V + \frac{1}{2} \cdot 400 V \dots$$