

# Stunden-Protokoll des PH-LK am 26.11.01

Martin Noll

## **Versuch:**

### Geräte:

Spannungsquelle, Spulen mit Magnetkernen, Elektronenkanone mit kleinem Ablenkkondensator in gläsernem Körper, der Wasserstoffatome enthält, 2 große Spulen mit einem sehr großen Durchmesser.

### Aufbau:

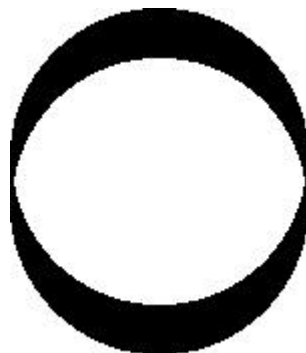
Die 2 großen Spulen stehen parallel, etwa in 15cm Entfernung. Dazwischen befindet sich der gläserne Körper mit der Elektronenkanone, die nach oben zeigt. Die beiden großen Spulen und die Elektronenkanone werden an eine Gleichspannung angeschlossen, während der Ablenkkondensator an eine Wechselspannung angeschlossen wird, die durch die anderen Spulen mit den Magnetkernen verstärkt wird.

### Durchführung:

Zuerst schalten wir die Gleichspannung der zwei großen Spulen und der Elektronenkanone an. Erst danach aktivieren wir auch noch die Wechselspannung, die an den Ablenkkondensator angeschlossen ist.

### Beobachtung:

Zuerst sehen wir wie in vorigen Versuchen den uns bekannten blauen Kreis. Aber nachdem die Wechselspannung an dem Ablenkkondensator aktiviert worden ist, sahen wir ganz viele verschiedene Kreise, die genauso aussahen wie der Kreis davor. Sie unterschieden sich lediglich in der Höhenlage. Dadurch ergab sich ein Bild zweier Halbmonde, die sich nach oben und nach unten wölbten:



Nach dem Versuch wurden die Hausaufgaben besprochen. Zunächst die Nr. 3 auf der Seite 69 im Buch:

3.a) *Wie schnell werden Elektronen, wenn sie auf einer Strecke von 1,00 cm die Spannung 2,00 kV längs der Feldlinien eines homogenen Felds durchlaufen? Wie groß ist ihre Beschleunigung, wie lange wirkt sie?*

$$v = \sqrt{2U \cdot \frac{e}{m}} \quad (\text{Energie wird ganz in Geschwindigkeit umgesetzt, da die Gravitationskraft auf Elektronen so gering sind, dass man sie nicht beachten muss.})$$

$$\underline{v = 2,652 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

A<sub>1</sub>: Die Elektronen werden  $2,652 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  schnell.

$$\frac{F}{m} = a \quad \frac{W}{s} = F \quad W = e \cdot U \quad \rightarrow \frac{e \cdot U}{s \cdot m} = a$$

$$\underline{a_t = 3,517 \cdot 10^{16} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

(Das t am a steht für tangential, da hier eine tangentielle Beschleunigung vorliegt.)

$$s = \frac{1}{2} at^2 \quad \text{ist nach t aufgelöst:} \quad t = \sqrt{\frac{2s}{a}} \quad \underline{t = 0,7541 \text{ ns}}$$

A<sub>2</sub>: Die Beschleunigung beträgt  $a_t = 3,517 \cdot 10^{16} \text{ m/s}^2$ , die wirkende Zeit  $t = 0,7541 \text{ ns}$ .

b) *Welche Flussdichte braucht man um diese Elektronen dann auf einen Kreis von 10,5 cm Radius zu zwingen? Wie groß ist jetzt die Beschleunigung? Worin unterscheidet sich diese Beschleunigung von der in (a) betrachtet? Wie lange dauert ein Umlauf auf der Kreisbahn?*

$$r = \frac{V_s}{B \cdot e/m} \rightarrow \text{daraus folgt:} \quad \underline{B = 1,436 \cdot 10^{-3}}$$

A<sub>1</sub>: Man braucht die Flussdichte  $B = 1,436 \cdot 10^{-3}$ .

$$a_r = \frac{v_s^2}{r} \rightarrow \text{daraus folgt:} \quad \underline{a_r = 6,697 \cdot 10^{15} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \quad (\text{Das r an der Beschleunigung steht hier für radial.})$$

A<sub>2</sub>: Die Beschleunigung ist jetzt  $a_r = 6,697 \cdot 10^{15} \text{ m/s}^2$ .

$$2 \cdot \pi \cdot r = 0,6597 \text{ m} \quad v = \frac{s}{t} \quad t = \frac{s}{v} \quad \underline{t \approx 2,5 \cdot 10^{-8} \text{ s}}$$

A<sub>3</sub>: Ein Umlauf auf der Kreisbahn dauert ca.  $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ .

Dann die Aufgaben 1 und 2 auf der Seite 71 im Buch:

1.a) *Welche Geschwindigkeit erhalten Elektronen durch 1,0 kV Spannung?*

$$v = \sqrt{2U \cdot \frac{e}{m}}$$

$$\underline{v = 1,875 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

A: Die Elektronen erhalten bei 1,0 kV Spannung die Geschwindigkeit  $v = 1,875 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ .

b) *Wie lange brauchen sie zum Durchlaufen des Ablenkkondensators von 4,0 cm Länge? Wie groß ist dort die Feldstärke bei 1,0 cm Plattenabstand und 50 V Ablenkspannung?*

Es liegt eine Gleichförmige Bewegung vor, deshalb gilt:

$$v = \frac{s}{t} \quad t = \frac{s}{v} \quad \underline{t = 2,13 \cdot 10^{-9} \text{ s}}$$

A<sub>1</sub>: Die Elektronen brauchen  $2,13 \cdot 10^{-9}$  Sekunden zum Durchlaufen.

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

$$\underline{E = 5000 \frac{\text{V}}{\text{m}}}$$

A<sub>2</sub>: Die Feldstärke ist dann  $5000 \text{ V/m}$  groß.

c) *Um wie viel wird das Elektron am Ende des Ablenkkondensators senkrecht zu seiner Bahn abgelenkt und welche Quergeschwindigkeit erhält es?*

$$F_{\text{el}} = E \cdot e$$

$$F_{\text{el}} = a \cdot m \quad a = \frac{F_{\text{el}}}{m} \quad a = \frac{E \cdot e}{m}$$

Bewegungsgesetze:

$$s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad \text{und} \quad v(t) = a \cdot t$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot \frac{E \cdot e}{m} \cdot t^2$$

$$\underline{s = 2\text{mm}}$$

$$v = a \cdot t$$

$$v = \frac{E \cdot e}{m} \cdot t$$

$$\underline{v = 1,876 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

A: Das Elektron wird um 2mm senkrecht abgelenkt und erhält die Quergeschwindigkeit  $v = 1,876 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ .

d) *Wie groß ist die Gesamtablenkung auf dem 40 cm entfernten Leuchtschirm?*

Berechnung der Zeit zum Durchqueren des Feldlosen Raums:

$$s = 0,4\text{m}$$

$$t = \frac{s}{v}$$

$$t = 2,13 \cdot 10^{-8}\text{s}$$

Berechnung der in dieser Zeit zurückgelegten Strecke in senkrechter Richtung:

$$s = t \cdot v$$

$$s = 4\text{cm}$$

Gesamtablenkung in senkrechter Richtung:

$$\underline{s_1 + s_2 = 4,2\text{cm}}$$

A: Die Gesamtablenkung auf dem Schirm beträgt  $s_1 + s_2 = 4,2\text{cm}$ .

e) *Wie groß ist die spezifische Ablenkspannung  $U_y / y_3$  in  $\text{V} \cdot \text{cm}^{-1}$ ?*

$$\frac{U_y}{y_3} = \frac{50\text{V}}{4,2\text{cm}} = 12 \frac{\text{V}}{\text{cm}}$$

A: Die spez. Ablenkspannung ist 12 V/cm groß.

2.a) Welche Energie in eV hat das Elektron in Aufgabe 1 am Ende des Ablenkkondensators gewonnen?

Es gilt:

$$W = F \cdot s$$

$$W = E \cdot q \cdot s$$

$$W = \frac{U}{d} \cdot e \cdot s$$

$$\underline{W = 10 \text{ eV}}$$

A: Am Ende hat das Elektron die Energie 10 eV.

b) Wie stark wäre es dort allein durch seine Gewichtskraft nach unten abgelenkt ( $U_y = 0$ )?

Es gilt:

$$s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$s = 2,2 \cdot 10^{-17} \text{ m}$$

A: Das Elektron wäre auch alleine durch seine Gewichtskraft abgelenkt worden, und zwar um  $2,2 \cdot 10^{-17} \text{ m}$ .