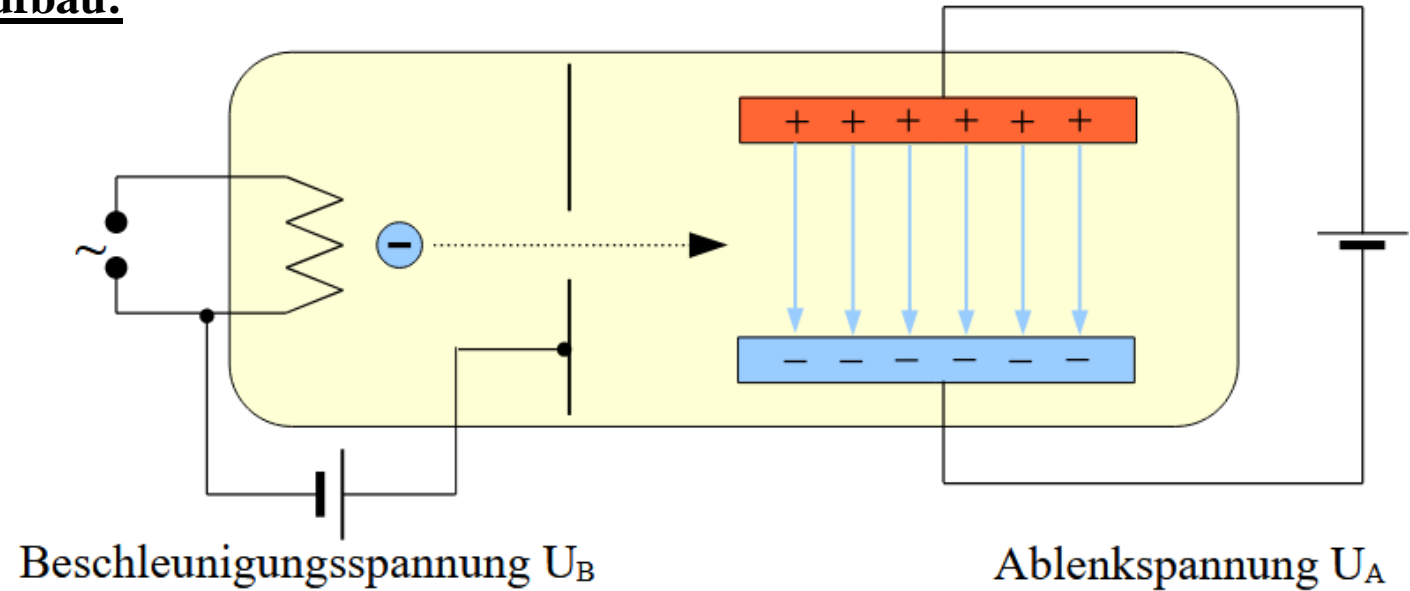


In den freien Experimentier-
raum (siehe Kap. 2.1) wird
nun ein Plattenkondensator
eingebaut. Das System zur
Strahlerzeugung ist identisch
zum letzten Kapitel. **Zeichne
den weiteren Strahlverlauf
ein. Beschreibe den Einfluss
der verwendeten Spannun-
gen auf den Strahlverlauf.**
Eine Simulation hierzu gibt's
auf Leifiphysik unter
**Teilgebiet Elektrizitätslehre -
Bewegte Ladungen und
Felder - Elektronenablenk-
röhre Grundwissen.**

Nun stellen wir den Strahl so
ein, dass er den Plattenkon-
densator am Ende in einem
bestimmten Abstand von der
Einschussachse verlässt und
nehmen die Experimentier-
daten auf. Die Geometrie des
Kondensators ist fest
vorgegeben. **Berechne aus
der Beschleunigungs-
spannung die Einschuss-
geschwindigkeit (Kap. 2.1).**

2.2 Bewegung in elektrischen Querfeldern

Aufbau:



Experimentelle Daten:

Beschleunigungsspannung $U_B = 3,0 \text{ kV}$, Ablenkspannung $U_A = \dots\dots\dots$

Plattenabstand $d = 5,4 \text{ cm}$, Plattenlänge $l = 10 \text{ cm}$, Ablenkung $y_1 = \dots\dots\dots$

Berechnung der Einschussgeschwindigkeit v_0 :

Die Berechnung der Flugbahn erfolgt getrennt in x - und y -Richtung (Unabhängigkeit der Bewegungen), so wie wir das in der 10. Jahrgangsstufe beim waagrechten Wurf gemacht haben.

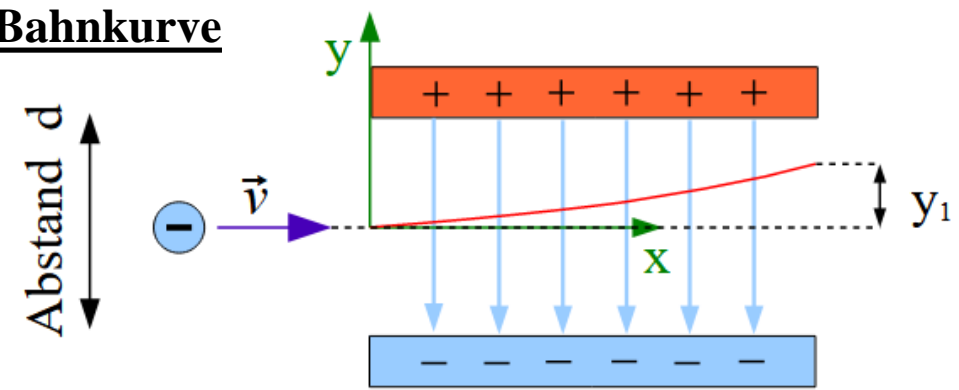
a) Beschreibe die Bewegungen in x - und y -Richtung und gib die Zeit-Weg-Gleichungen hierfür an.

b) Berechne die Beschleunigung a , die in y -Richtung auf das Elektron im Kondensator aufgrund der Ablenkspannung U_A wirkt.

c) Leite aus den ersten beiden Schritten die Bahnkurve $y(x)$ her. (Tipp: Fasse die beiden Gleichungen zusammen, indem Du die Zeit t eliminierst)

d) Ermittle einen Term für die Ablenkung y_l am Kondensatorende und berechne y_l für die Daten aus unserem Experiment. Vergleiche mit dem Messwert.

Berechnung der Bahnkurve



Wir ersetzen nun den Term v_0^2 in der Formel für die Bahnkurve mit Hilfe der Formel für die Endgeschwindigkeit (siehe Kap. 2.1). Dadurch erhalten wir eine allgemeinere Form, in der alle Daten des Experiments vorkommen.

- a) Erläutere den Zusammenhang dieser Formel mit den auf Folie 1 beschriebenen Abhängigkeiten zwischen dem Bahnverlauf und den verwendeten Spannungen.**
- b) Erläutere die Bedeutung der Feldstärke im Plattenkondensator für diese Formel.**

Eine klassische Anwendung ist das Oszilloskop zur Darstellung zeitlich veränderlicher Spannungen. Der Strahl erzeugt auf dem Bildschirm (4) einen Lichtpunkt. Durch U_x (intern) lässt man den Lichtpunkt ständig waagrecht über den Schirm laufen. Die zu messende Spannung wird als U_y an das waagrechte Plattenpaar angelegt. **Erläutere die Funktion des Gerätes.**

Verallgemeinerte Formel für die Bahnkurve

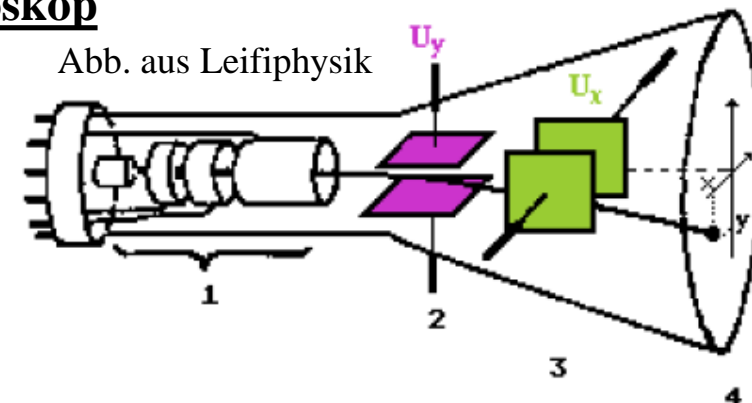
$$\text{Bahn: } y = \frac{1}{2} \cdot \frac{U_A}{d} \cdot \frac{q}{m} \cdot \frac{1}{v_0^2} \cdot x^2 \quad \text{mit: } v_0 = \sqrt{2 \cdot U_B \cdot \frac{q}{m}} \rightarrow v_0^2 = 2 \cdot U_B \cdot \frac{q}{m} \rightarrow \frac{1}{v_0^2} = \frac{m}{2 \cdot U_B \cdot q}$$

$$\text{zusammen: } y = \frac{1}{2} \cdot \frac{U_A}{d} \cdot \frac{q}{m} \cdot \frac{m}{2 \cdot U_B \cdot q} \cdot x^2 = \frac{1}{4} \cdot \frac{U_A}{U_B} \cdot \frac{1}{d} \cdot x^2$$

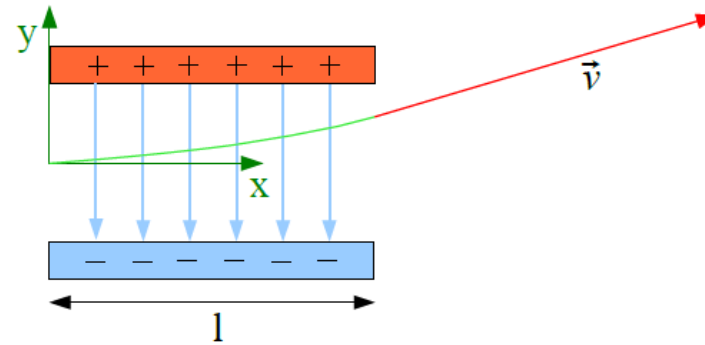
Ein Elektronenstrahl, der ein homogenes Querfeld (Kondensator) durchläuft, beschreibt eine, die nur von der und der abhängt, nicht aber von der und der des Elektrons.

$$y(x) = \frac{1}{4} \cdot \frac{U_A}{U_B} \cdot \frac{1}{d} \cdot x^2$$

Technische Anwendung: Oszilloskop



Aufgabe: Richtung des Strahls beim Austritt aus dem Kondensator



In der Darstellung des Oszilloskops ist gut zu erkennen, dass die Elektronen nach dem zweiten Kondensator geradlinig weiterfliegen, bevor sie auf den Schirm treffen. Um diesen Teil der Flugbahn zu beschreiben benötigt man die Richtung der Flugbahn beim Austritt, in der Zeichnung ist hierzu der Geschwindigkeitspfeil dargestellt.

- Zerlege den Pfeil in waagrechte und senkrechte Geschw.-komponente.
- Gib die Gleichungen für $v_x(t)$ und $v_y(t)$ an.
- Bestimme einen Term für die Flugdauer im Kondensator und eliminiere damit t in b).
- Ermittle einen Term für den Ablenkwinkel α und berechne ihn für die exp. Daten.

Selbst-Check:

- Ablenkung im Querfeld
- Bewegung in x- und y-Richtung
- Bahnkurve im Querfeld
- Ablenkwinkel

Übungsmöglichkeiten:

Auf Leifiphysik eignen sich unter Teilgebiet Elektrizitätslehre - Bewegte Ladungen in Feldern - Geladene Teilchen im elektrischen Querfeld Aufgaben bzw. - Elektronenstrahlableitkröhre Aufgaben die beiden Quiz sowie die Aufgaben zu "Ionen im Querfeld" und "Elektronen im Querfeld".