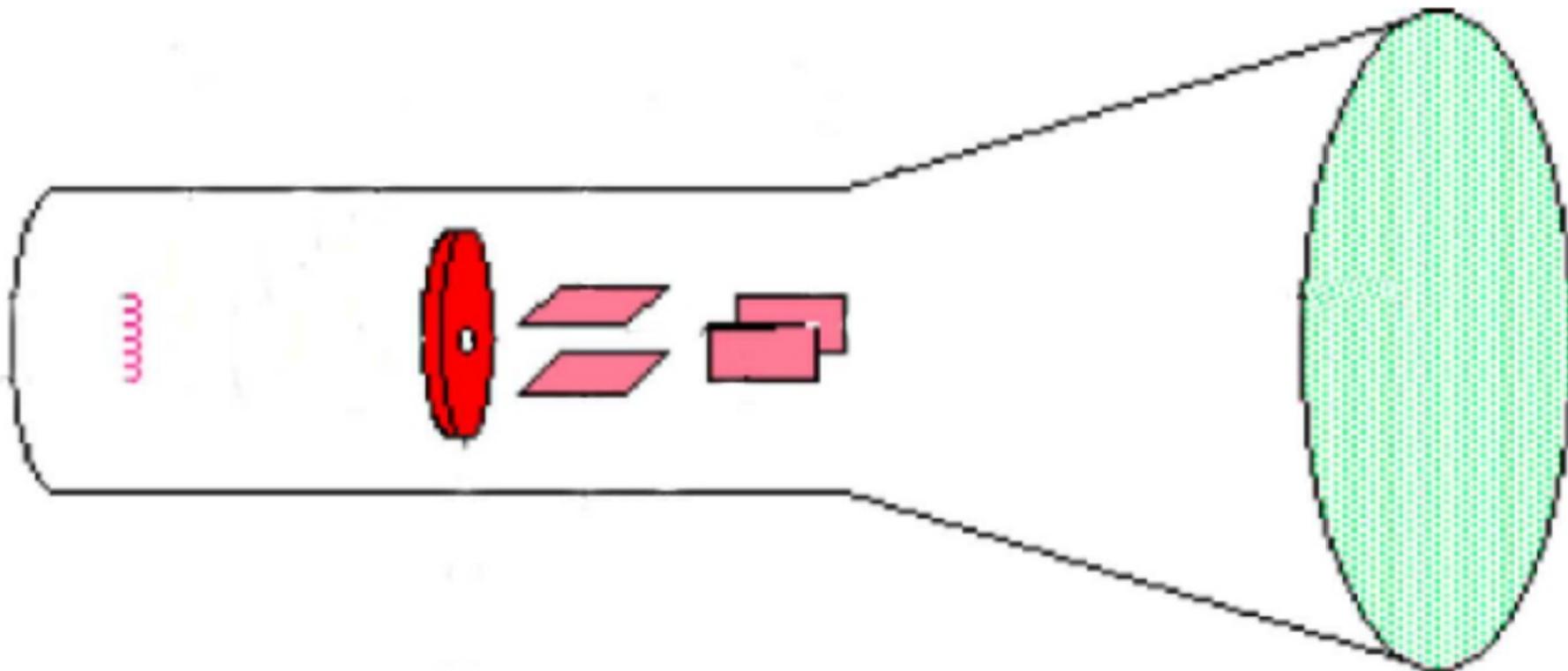
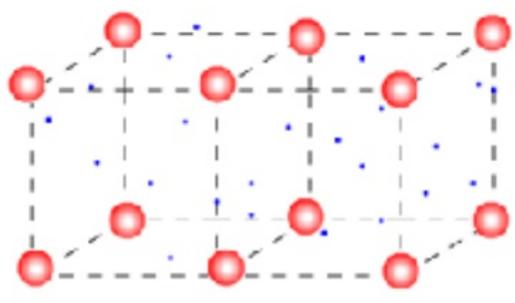
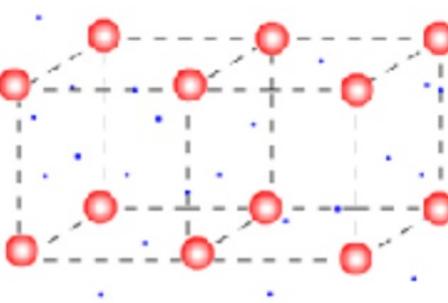
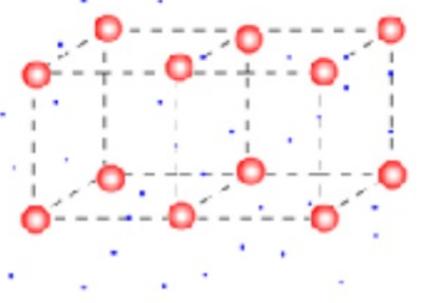


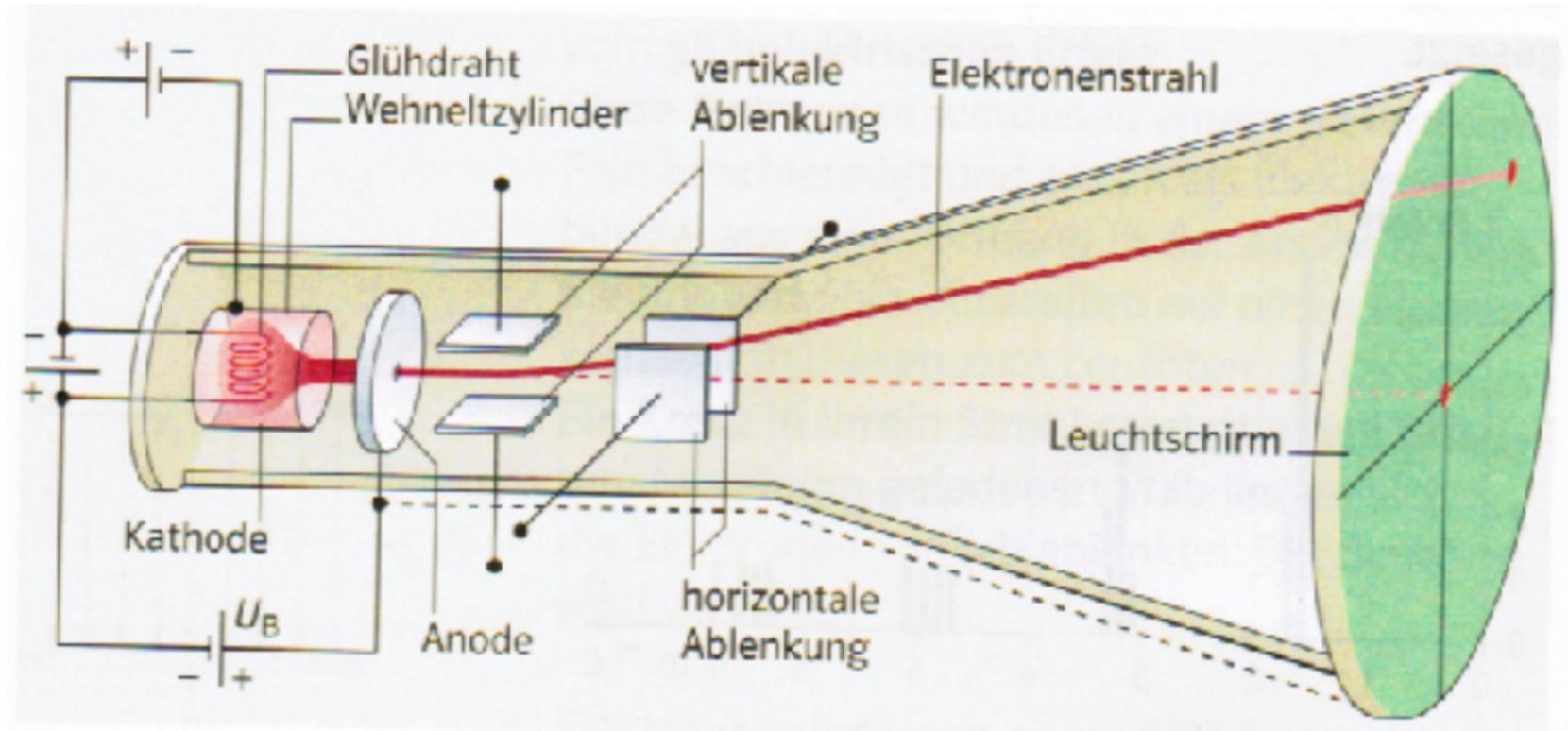
Die Braun'sche Röhre



Glühelctrischer Effekt

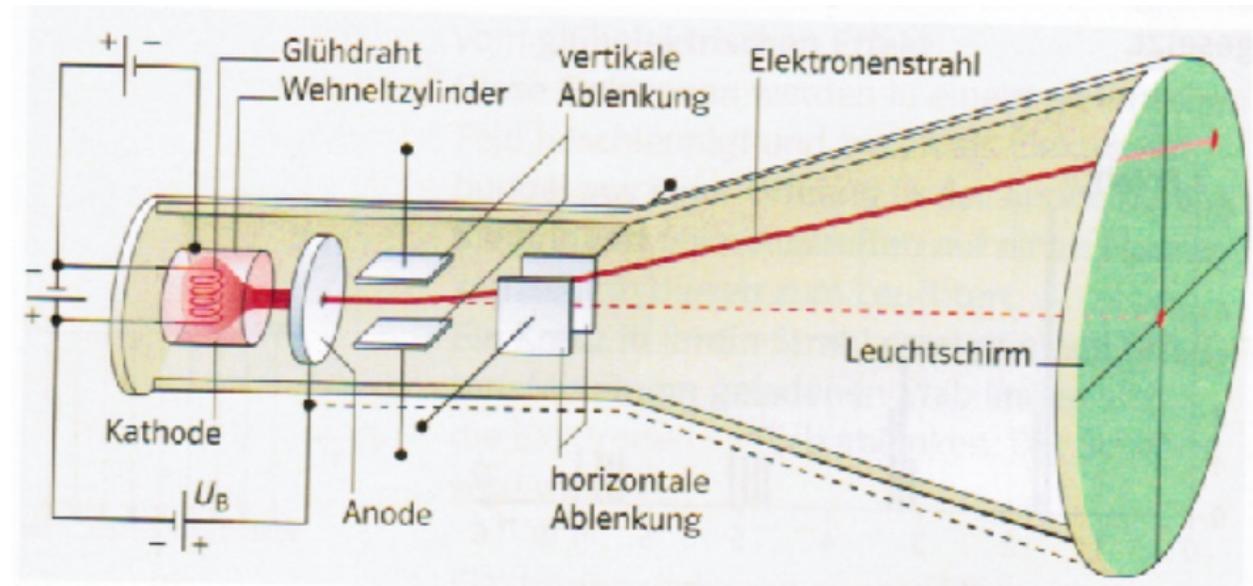
		
<ul style="list-style-type: none"> • keine Heizspannung an der Wendel; • leichte thermische Bewegung der Atomrümpfe (rot); • regellose fast freie Bewegung der Leitungselektronen (blau) 	<ul style="list-style-type: none"> • kleine Heizspannung an der Wendel; • die Bewegung der Atomrümpfe (rot) wird stärker; • regellose fast freie Bewegung der Leitungselektronen; die schnellen Elektronen können das Metall verlassen; • Beginn des Aufbaus einer negativen Raumladungsschicht um die Wendel; 	<ul style="list-style-type: none"> • größere Heizspannung an der Wendel; • die Bewegung der Atomrümpfe (rot) wird noch stärker; • regellose fast freie Bewegung der Leitungselektronen; immer mehr schnelle Elektronen können das Metall verlassen; • Volle Ausbildung der negativen Raumladungsschicht um die Wendel;

Die Braun'sche Röhre



Die Braun'sche Röhre

Einteilung in
die 5 Systeme



Bei der Herleitung wird \vec{E}_d gleich \vec{E}_{kin} gesetzt, da die Elektronen im E -Feld die \vec{E}_d in \vec{E}_{kin} umwandeln.

4. System: Die Elektronen werden im E -Feld zwischen den Kondensatorplatten zur positiven Platte hin beschleunigt. Die Stärke der Ablenkung hängt von der Stärke der Ablenkspannung U_p ab.
(ablenkendes System)

5. System: Die Elektronen treffen auf dem Leuchtschirm auf. Sie geben ihre Energie an die Schicht des Leuchtschirmes ab und hier w wird sie dann in sichtbares Licht umgewandelt. Es ist ein Leuchtpunkt zu erkennen.
(Anzeigesystem)

Bewegung der Elektronen in der Braun'schen Röhre

1. Bewegung der Elektronen in x-Richtung : gleichförmige Bewegung
2. Bewegung der Elektronen in y-Richtung : gleichmäßig beschl. Bewegung

$$\overline{F}_d = E \cdot e = \frac{U_p}{d} \cdot e$$

Elektronenstrahl

Beschleunigungs-spannung:

U= V

Elektrisches Feld:

Aus

E= V/m

Magnetisches Feld:

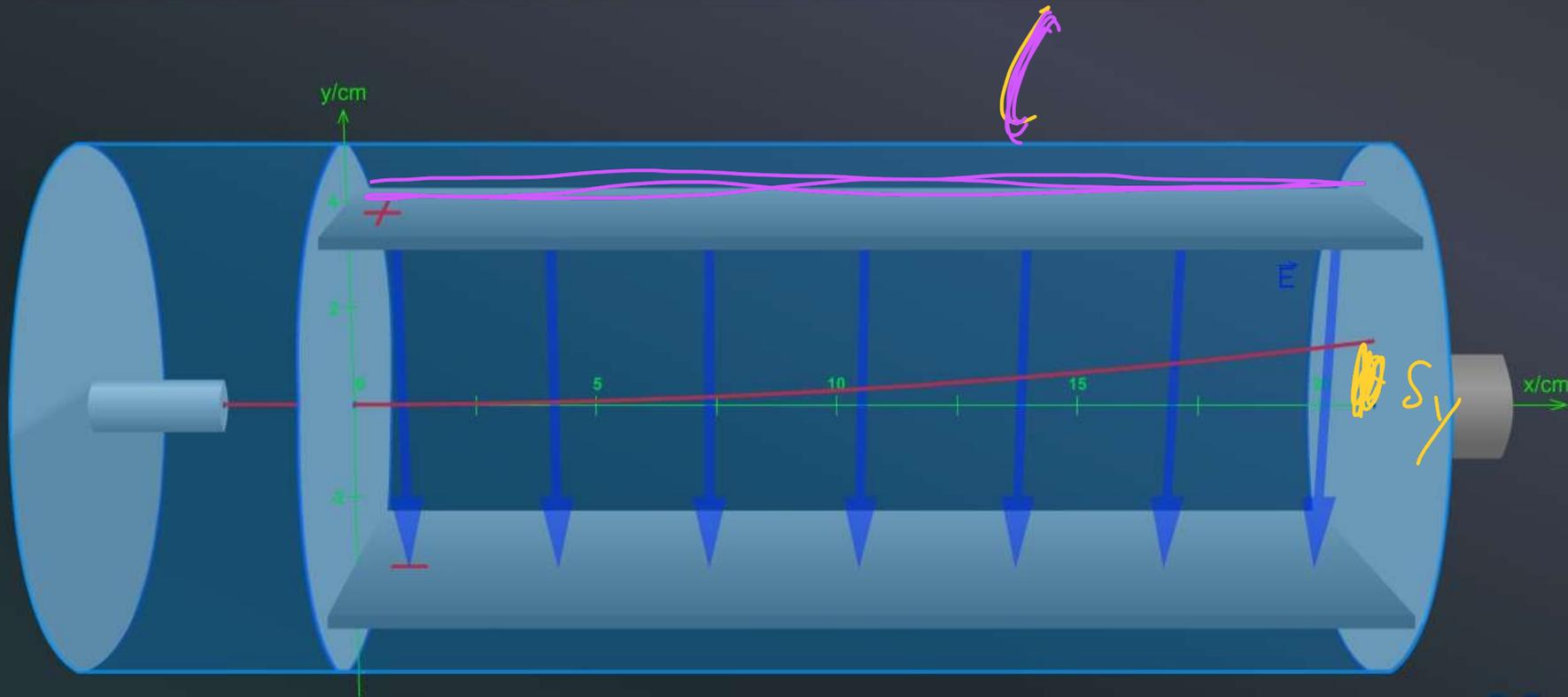
Aus

B= 0 T

Koordinatensystem:

Ein

Aus



Elektronenstrahl

Beschleunigungs-spannung:

U= V

Elektrisches Feld:

Aus

E= V/m

Magnetisches Feld:

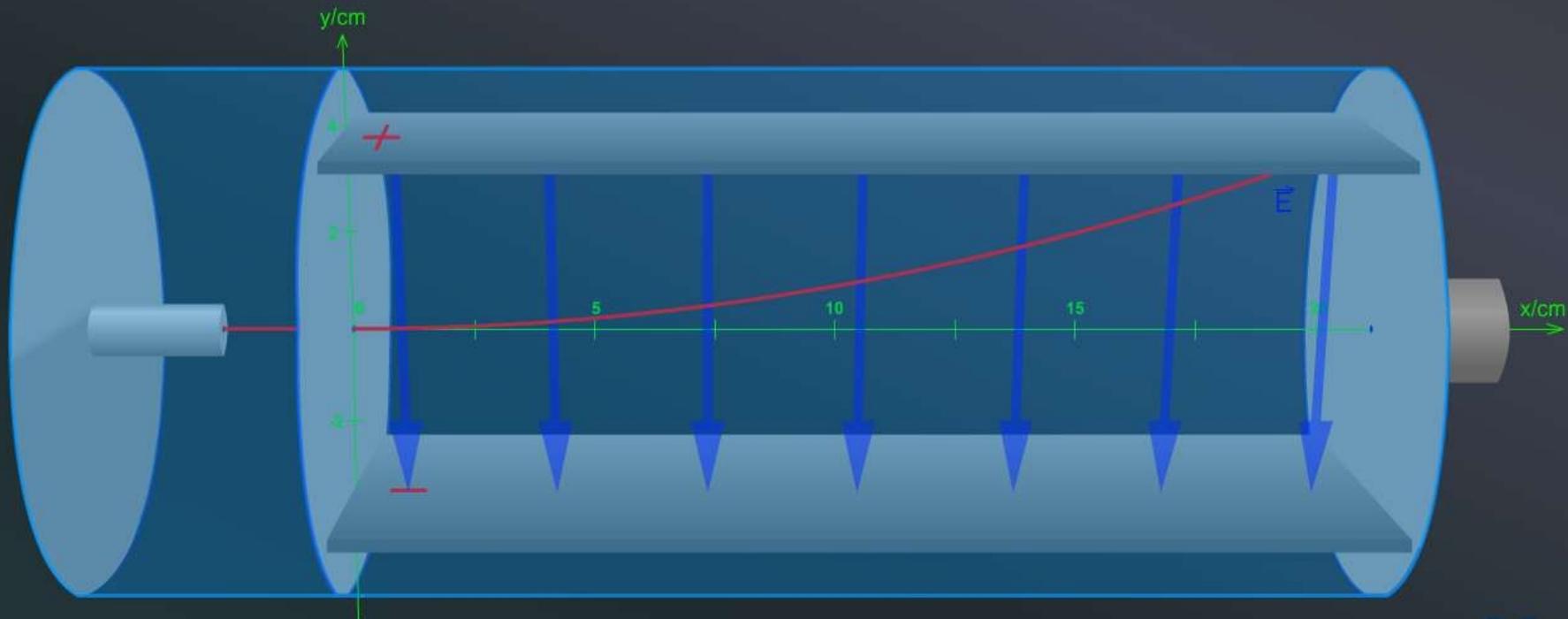
Aus

B= 0 T

Koordinatensystem:

Ein

Aus



Elektronenstrahl

Beschleunigungs-spannung:

U= V

Elektrisches Feld:

Aus

E= V/m

Magnetisches Feld:

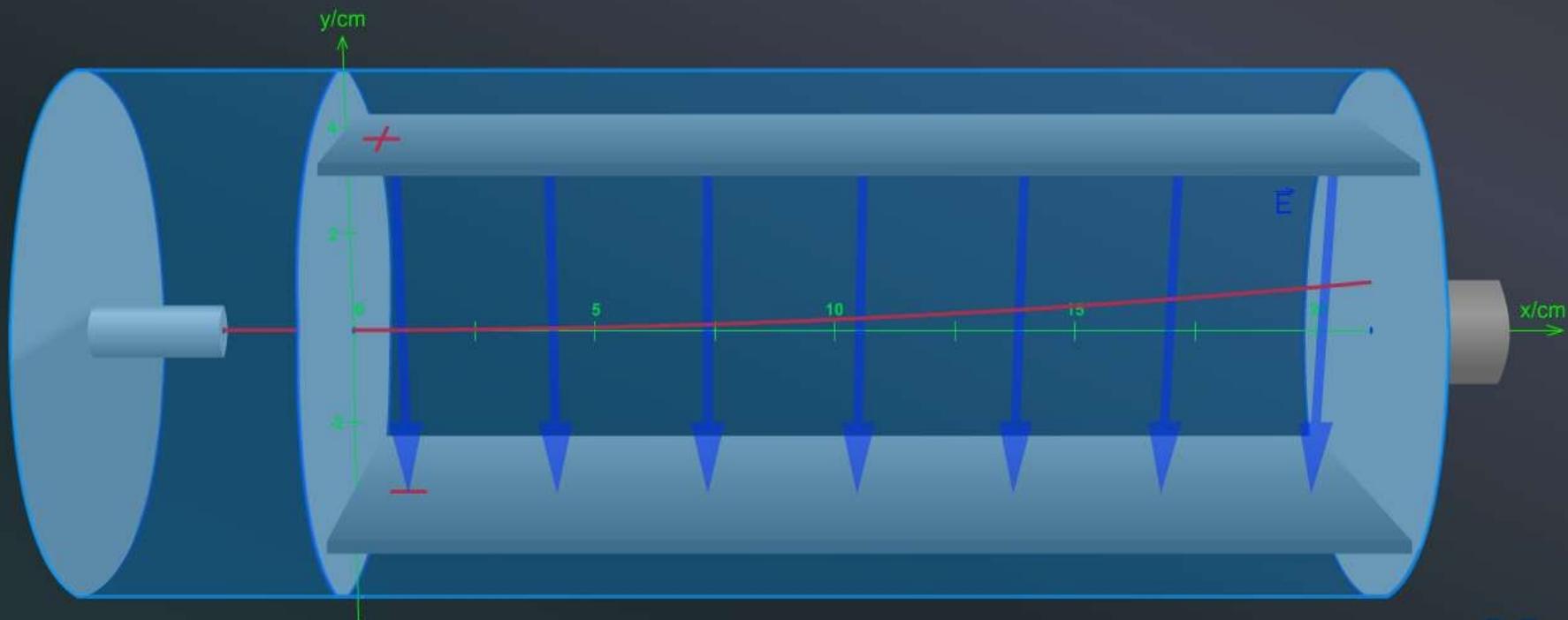
Aus

B= 0 T

Koordinatensystem:

Ein

Aus



Bahnkurve der Elektronen im elektrischen Feld des Ablenkkondensators

- Die Bahnkurve ist ein Arm einer Parabel.

- Die Bahnkurve lässt sich mit der Formel

$$s_y = \frac{1}{4} \cdot \frac{u_p}{u_B} \cdot \frac{L^2}{d}$$

dann durch x ersetzt werden muss und x die Positionen innerhalb des Kondensators auf der horizontalen Linie angibt.

$$s_{y_1} = \frac{1}{4} \cdot \frac{u_p}{u_B} \cdot \frac{L^2}{d}$$

Ablenkung am Ende des Kondensators

$$s_{y_2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{u_p}{u_B} \cdot \frac{L \cdot s}{d}$$

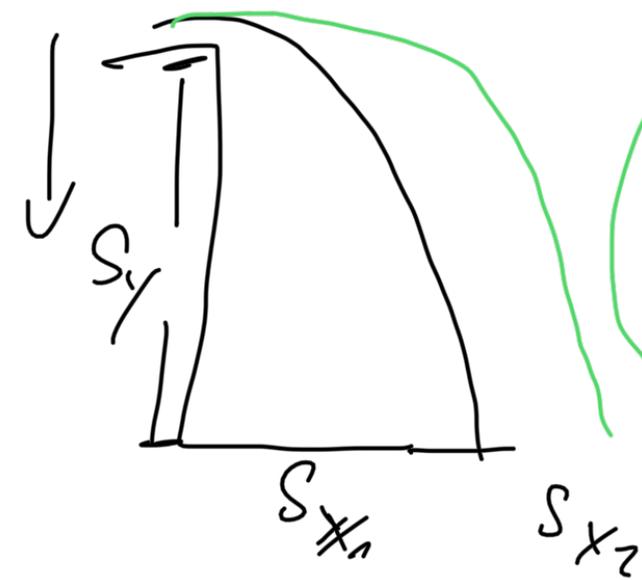
s = Strecke zwischen Kondensator und Schirm

Ablenkung vom Ende des Kondensators bis zum Schirm.

$$S_{y \text{ ges}} = S_{y1} + S_{y2} = \frac{1}{2} \frac{v_p}{c_B} \cdot \frac{L}{d} \left(\frac{1}{2} \cdot (t+s) \right)$$

Wiederholung waagerechter Wurf

y-Richtung



$$\begin{aligned} \vec{F}_G &= m \cdot g \\ S_x &= v_x \cdot t \\ S_y &= \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \end{aligned}$$

→ gleichförmig

Bewegung in x-Richtung

Bewegung in y-Richtung

↳ gleichmäßig beschleunigt

x-Richtung

Die beiden Bewegungen sind voneinander unabhängig.

Formel für die Bahnkurve der Elektronen zwischen den Ablenkplatten

① $s_x = v_x \cdot t \rightarrow s_x = \text{Länge des Kondensators} = l$

② $s_y = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

$$F_{el} = \frac{U}{d} \cdot e$$

$d = \text{Abstand der Kondensat. p.}$

② $s_y = \frac{1}{2} \cdot \frac{U_p \cdot e}{m_e \cdot d} \cdot t^2$

$$F_{el} = F_{besch}$$

① $l = \sqrt{\frac{2 \cdot U_B \cdot e}{m_e}} \cdot t \quad | : \sqrt{\quad}$

$$\frac{U_p}{d} \cdot e = m_e \cdot a \quad | : m_e$$

$$\frac{U_p \cdot e}{d \cdot m_e} = a$$

$$\frac{l}{\sqrt{\quad}} = t$$

$$v_x = \sqrt{\frac{2 \cdot U_B \cdot e}{m_e}}$$

① in ② einsetzen

$$s_y = \frac{1}{2} \cdot \frac{U_p \cdot e}{m_e \cdot d} \cdot l^2 \cdot \frac{m_e}{2 \cdot U_B \cdot e}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{U_p}{U_B} \cdot \frac{l^2}{d} = s_y$$

Aufgabe zur Braun'schen Röhre:

- 1) Bestimme die Geschwindigkeit, die Elektronen in einer Braun'schen Röhre mit einer Beschleunigungsspannung von 1000 V erhalten.
- 2) Berechne die Zeit, die diese Elektronen zum Durchlaufen des Ablenkkondensators der Länge $l=4\text{cm}$ benötigen. Bestimme die Größe des elektrischen Feldes des Kondensators bei einem Plattenabstand $d=1\text{cm}$ und einer Ablenkspannung von 50V.
- 3) Bestimme die Kraft, die ein Elektron in diesem Feld erfährt. Bestimme die Beschleunigung in Richtung der Kondensatorplatten.
- 4) Bestimme die Ablenkung des Elektrons, die es am Ende des Kondensators erfahren hat.
- 5) Bestimme die Ablenkung des Elektrons auf dem 30 cm entfernten Leuchtschirm.

Elektronenstrahlröhre: Untersuchung der Flugbahn

Mit Hilfe der Bewegungsgleichung lässt sich beweisen, dass die Bahn der Elektronen eine Parabelbahn ist. Mit der Elektronenstrahlröhre soll diese Funktion auch experimentell bestätigt werden.

Messpunkte in x- und y-Richtung am Aufbau ablesen

Messbeispiel: ($U_A=1,5$ kV, $U_P=1,6$ kV)

<i>x</i>	<i>0</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
<i>y</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1,4</i>	<i>2,2</i>	<i>2,5</i>

Auftrag: Beweise, dass die Bahn der Elektronen eine Parabelbahn ist.

Experimente mit der braunschen Röhre

An den Kondensatoren der braunschen Röhre wurden unterschiedliche Spannungen am beschleunigenden und ablenkendem System angelegt und die Ablenkung des Elektronenstrahls am Schirm gemessen. Der Ablenkkondensator hatte eine Länge von $l=2$ cm und der Plattenabstand betrug $d=1,4$ cm. In der folgenden Tabelle wurden die Messwerte notiert.

Berechne die Werte für die Ablenkung und vergleiche sie mit den Messwerten.

U_A	U_p	y_{gemessen}	$y_{\text{berechnet}}$
250 V	50 V	2,2 cm	
	60 V	2,9 cm	
300 V	50 V	1,7 cm	
	60 V	2,4 cm	

Experimente mit der braunschen Röhre

An den Kondensatoren der braunschen Röhre wurden unterschiedliche Spannungen am beschleunigenden und ablenkendem System angelegt und die Ablenkung des Elektronenstrahls am Schirm gemessen. Der Ablenkkondensator hatte eine Länge von $l=2$ cm und der Plattenabstand betrug $d=1,4$ cm. In der folgenden Tabelle wurden die Messwerte notiert.

Berechne die Werte für die Ablenkung und vergleiche sie mit den Messwerten.

U_A	U_p	y_{gemessen}	$y_{\text{berechnet}}$
250 V	50 V	2,2 cm	2,28 cm
	60 V	2,9 cm	2,74 cm
300 V	50 V	1,7 cm	1,91 cm
	60 V	2,4 cm	2,29 cm

Zum Nachlesen: S. 30-31

Übung: S. 33 Nr. 1 und 2

24 In einer Ablenkrohre haben die Platten den Abstand 6 cm und die Länge 8 cm. Der Elektronenstrahl wird mit $U_B = 2,2 \text{ kV}$ beschleunigt und mit $U_Y = 1,8 \text{ kV}$ abgelenkt. Bestimmen Sie die Bahngleichung des Strahls sowie den Betrag der Ablenkung beim Verlassen des Ablenkfeldes.

25 In einem Oszilloskop wird der Elektronenstrahl mit $U_B = 4,2 \text{ kV}$ beschleunigt. Danach passiert er die $l = 30 \text{ mm}$ langen Ablenkplatten, die den Abstand $d = 8 \text{ mm}$ haben. 250 mm hinter den Ablenkplatten trifft er auf den Schirm. Berechnen Sie den Betrag der Ablenkung für eine Spannung $U_Y = 80 \text{ V}$ an den Platten. Fertigen Sie eine Skizze an. Berechnen Sie die Ablenkung des Strahls auf dem Bildschirm. Führen Sie diese Berechnungen auch für die Ablenkspannung $U_Y = 160 \text{ V}$ durch und vergleichen Sie.

Aufgabe 1:

Elektronen werden in einer Braunschen Röhre mit der Anodenspannung von $U=300\text{ V}$ beschleunigt. Bestimme die kin Energie, die sie nach durchqueren der Anode besitzen.

Aufgabe 2:

Nun werden die Elektronen auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigt $3 \text{ mal } 10^8 \text{ m/s}$. Bestimme die Beschleunigungsspannung.

Aufgabe 3:

Beschreibe die Änderung der Bahnkurve, wenn die Beschleunigungsspannung und die Ablenkspannung verändert werden.

1. UB erhöht UP bleibt gleich.
2. UB verringern und UP gleich.
3. UB gleich und UP erhöhen
4. UB gleich und UP verringern

Aufgabe 4:

Elektronen werden in einer Braunschen Röhre an dem Ablenkkondensator mit $U_P=36\text{ V}$ abgelenkt. Der Kondensator hat die Länge $l=4\text{ cm}$ und den Plattenabstand $d=2,5\text{ cm}$. Zwischen den Platten wird der Strahl um $s_y=1\text{ cm}$ abgelenkt.

- a) Bestimme die Beschleunigungsspannung U_B .
- b) Bestimme nun die Geschwindigkeit der Elektronen in x-Richtung.
- c) Wie lang benötigt das Elektron für die Passage des Ablenkkondensators.
- d) Welche Geschwindigkeit besitzen die Elektronen in Flugrichtung nach Passage des Kondensators?