

### G Ph 1

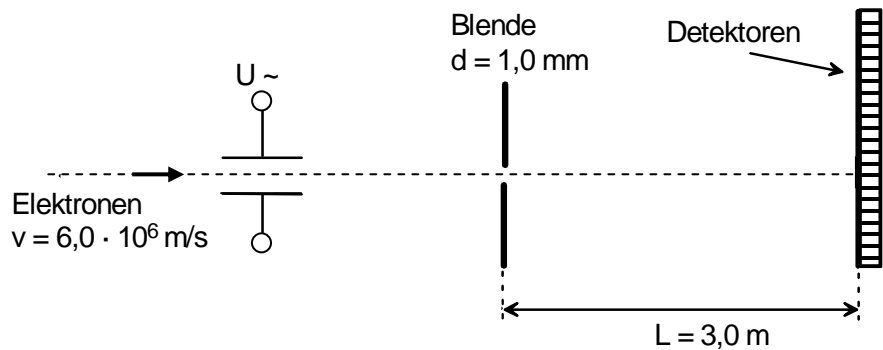
#### 1. Elektronenstrahl

Ein Elektronenstrahl enthalte Elektronen unterschiedlicher Geschwindigkeit.

9

- a) Beschreiben und erklären Sie eingehend eine Möglichkeit, wie man daraus einen Strahl erzeugen kann, der nur Elektronen mit einer bestimmten Geschwindigkeit  $v_0$  enthält.

Elektronen der Geschwindigkeit  $v = 6,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$  treten mittig in das homogene elektrische Feld eines Plattenkondensators (Länge 5,0 cm) ein. An



den Platten des Kondensators wird eine Wechselspannung  $U$  der Frequenz 12 kHz angelegt. Hinter dem Kondensator befindet sich eine Blende, deren Öffnung den Durchmesser  $d = 1,0 \text{ mm}$  hat. Im Abstand  $L = 3,0 \text{ m}$  hinter dieser Blende werden die Elektronen in Detektoren registriert (siehe Skizze).

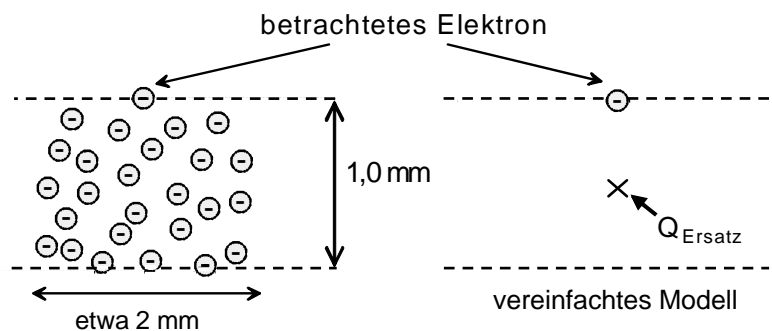
6

- b) Berechnen Sie die Flugzeit  $t_F$  eines Elektrons durch den Kondensator und bestätigen Sie damit, dass sich für jedes einzelne Elektron die Feldstärke während der Durchquerung nur geringfügig ändert.

5

- c) Begründen Sie, dass bei hinreichend großem Scheitelwert der angelegten Wechselspannung nach der Blende ein gepulster Elektronenstrahl zur Verfügung steht.

Um die Aufweitung eines Elektronenpulses durch die Coulomb-Abstoßung der Elektronen untereinander abzuschätzen, wird im Folgenden ein aus 100 Elektronen bestehender Puls (Maße siehe Skizze) betrachtet. Dazu berechnet man die Kraft auf ein einzelnes Elektron am Rand des Pulses, das von der Ersatzladung  $Q_{\text{Ersatz}}$  den Abstand  $\frac{d}{2}$  hat. Die Ersatzladung (Wirkung der übrigen Elektronen) ergibt sich näherungsweise durch die Gesamtladung der restlichen Elektronen in der Mitte des Pulses (siehe Skizze).



Dazu berechnet man die Kraft auf ein einzelnes Elektron am Rand des Pulses, das von der Ersatzladung  $Q_{\text{Ersatz}}$  den Abstand  $\frac{d}{2}$  hat. Die Ersatzladung (Wirkung der übrigen Elektronen) ergibt sich näherungsweise durch die Gesamtladung der restlichen Elektronen in der Mitte des Pulses (siehe Skizze).

(Fortsetzung nächste Seite)

BE	
6	d) Berechnen Sie die durch die Coulombkraft verursachte Beschleunigung $a$ des betrachteten Elektrons. <p style="text-align: right;">[zur Kontrolle <math>a = 1,0 \cdot 10^{11} \text{ m/s}^2</math>]</p>
6	e) Vereinfachend wird davon ausgegangen, dass die Kraft während der gesamten Flugdauer nach dem Passieren der Blende konstant bleibt. In welchem Abstand von der Strahlmitte trifft dann das betrachtete Elektron am Schirm auf?
6	f) In der Realität ändert sich die Kraft auf das betrachtete Elektron. Wie wirkt sich dies auf das Ergebnis aus? (Begründen Sie Ihre Antwort!)
5	g) Begründen Sie, dass sich diese Ergebnisse auch auf einen ungepulsten (durchgehenden) Elektronenstrahl übertragen lassen.