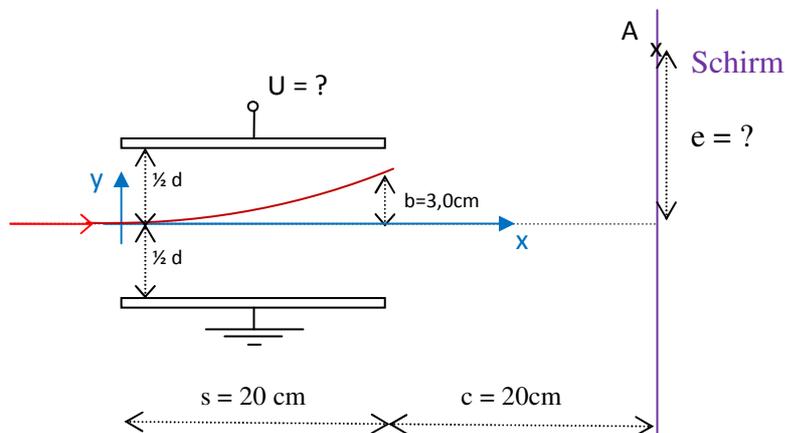


1. Extemporale aus der Physik am 14.01.2010 * Physik 11

In einer Elektronenablenkröhre werden Elektronen zunächst durch die Spannung $U_b = 1,5\text{kV}$ beschleunigt und treten dann in das elektrische Feld eines Plattenkondensators mit der Plattenlänge $s = 20\text{cm}$ und dem Plattenabstand $d = 10\text{cm}$ ein (siehe Bild!).

Im Abstand $c = 20\text{cm}$ hinter dem Plattenkondensator treffen die Elektronen im Punkt A auf einen Schirm. Die gesamte Anordnung befindet sich im Vakuum.

Angaben: Elementarladung $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ As}$; Elektronenmasse $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$



- Wie nennt man den physikalischen Effekt zur „Erzeugung“ freier Elektronen in einer Elektronenröhre? Beschreiben Sie in einem Satz dieses physikalische Phänomen!
- Mit welcher Geschwindigkeit treten die Elektronen in den Plattenkondensator (im Ursprung des eingezeichneten x-y-Koordinatensystems ein? Wie lange brauchen die Elektronen zum Durchlaufen dieses Plattenkondensators der Länge $s = 20\text{cm}$?

- Die Elektronen bewegen sich innerhalb des Plattenkondensators auf einer Parabelbahn. Leiten Sie die angegebene Funktionsgleichung dieser Parabelbahn her!

$$y(x) = \frac{U}{4 \cdot d \cdot U_b} \cdot x^2$$

- Die Elektronen verlassen den Plattenkondensator mit einem Abstand $b = 3,0\text{cm}$ von der x-Achse. Berechnen Sie aus diesen Angaben die am Plattenkondensator anliegende Spannung U .
- Anton und Berta sind unterschiedlicher Ansicht darüber, wie sich die Elektronen nach Verlassen des Kondensators weiterbewegen. Daher schätzen Sie auch die Lage des Auftreffpunkts der Elektronen auf dem Schirm unterschiedlich ein. Anton vermutet $e = 12\text{cm}$, Berta dagegen $e = 9,0\text{cm}$.

Wie bewegen sich die Elektronen Ihrer Meinung nach hinter dem Kondensator weiter?

Wer von den beiden kann daher mit dem vermuteten Wert für e sicher nicht Recht haben?

Aufgabe	a	b	c	d	e	Summe
Punkte	3	4	6	4	3	20

1. Extemporale aus der Physik am 14.01.2010 * Physik 11 * Lösung

a) Glühelktrischer Effekt: Aus heißen metallischen Leitern treten Elektronen aus.

b) Energieerhaltungssatz:

$$e \cdot U_b = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_o^2 \Rightarrow v_o = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U_b}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1500V}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ As}}} = 2,3 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_o = \frac{s}{t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{s}{v_o} = \frac{0,20\text{m}}{2,3 \cdot 10^7 \text{ m/s}} = 8,7 \cdot 10^{-9} \text{ s}$$

c) (1) $x = v_o \cdot t$ und (2) $y = \frac{1}{2} \cdot a_y \cdot t^2$ mit $a_y = \frac{F_{el}}{m} = \frac{e \cdot U}{m \cdot d} = \frac{e \cdot U}{m \cdot d}$

$t = \frac{x}{v_o}$ in (2) eingesetzt: $y = \frac{1}{2} \cdot \frac{e \cdot U}{m \cdot d} \cdot \frac{x^2}{v_o^2}$ und mit $v_o^2 = \frac{2 \cdot e \cdot U_b}{m}$ folgt

$$y = y(x) = \frac{1}{2} \cdot \frac{e \cdot U}{m \cdot d} \cdot \frac{x^2}{\frac{2 \cdot e \cdot U_b}{m}} = \frac{U}{4 \cdot d \cdot U_b} \cdot x^2$$

d) Es gilt $y(20\text{cm}) = 3,0\text{cm}$, d.h.

$$3,0\text{cm} = \frac{U}{4 \cdot d \cdot U_b} \cdot (20\text{cm})^2 \Rightarrow U = \frac{3,0\text{cm} \cdot 4 \cdot 10\text{cm} \cdot 1500V}{400\text{cm}^2} = 0,45\text{kV}$$

e) Nach Verlassen des Kondensators bewegen sich die Elektronen geradlinig mit konstanter Geschwindigkeit weiter. Die Flugkurve entspricht der Tangente an die Parabel im Punkt, an dem die Elektronen den Kondensator verlassen.

Der Auftreffpunkt Antons mit $e = 12\text{cm}$ ergibt sich bei einer Bewegung, die durch die Parabelgleichung beschrieben wird, denn

$$y(40\text{cm}) = y(2 \cdot 20\text{cm}) = 2^2 \cdot y(20\text{cm}) = 4 \cdot 3,0\text{cm} = 12\text{cm}.$$

Dies kann aber auf keinen Fall stimmen, denn die oben angegebene Tangente trifft „unterhalb“ der Parabel den Schirm. Anton hat also auf keinen Fall Recht.