

S.175 A5 – Musterlösung



Bekannte Inhalte aus der Q1 und Grundlagen:

Mit der Energieerhaltung folgt für die Geschwindigkeit:

$$E_{kin} = E_{el} \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = e \cdot U \Rightarrow v = \sqrt{2e \cdot \frac{U}{m}} = \sqrt{2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}C \cdot \frac{4000V}{9,109 \cdot 10^{-31}kg}} = 3,75 \cdot 10^7 \frac{m}{s}$$

Mit der Grundgleichung der Mechanik ($F = ma$) ergibt sich für die Beschleunigung:

$$F_{Lorentz} = ma \Rightarrow evB = ma \Rightarrow a = \frac{evB}{m} = \frac{1,602 \cdot 10^{-19}C \cdot 3,75 \cdot 10^7 \frac{m}{s} \cdot 5 \cdot 10^{-5}T}{9,109 \cdot 10^{-31}kg} = 3,3 \cdot 10^{14} \frac{m}{s^2}$$

Die Elektronen durchlaufen eine horizontale Strecke $s = 0,4m$ mit der horizontal konstanten Geschwindigkeit $v = 3,75 \cdot 10^7 \frac{m}{s}$. Für die Laufzeit folgt $t = \frac{s}{v} = \frac{0,4m}{3,75 \cdot 10^7 \frac{m}{s}} = 1,1 \cdot 10^{-8}s$.

Abschätzung:

Ohne Kreisbewegung unter der Annahme einer geradlinig beschleunigten Bewegung in vertikaler Richtung folgt für die Ablenkung: $x = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot 3,3 \cdot 10^{14} \frac{m}{s^2} \cdot (1,1 \cdot 10^{-8}s)^2 = 0,020m$

Genauer mit Inhalten aus der EF „Kreisbewegung“:

Die Elektronen bewegen sich auf einer Kreisbahn. Der Radius der Kreisbahn ergibt sich aus der Lorentzkraft, die hier als Zentripetalkraft wirkt:

$$F_{Lorentz} = F_Z \Rightarrow evB = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow r = \frac{mv}{eB} = \frac{9,109 \cdot 10^{-31}kg \cdot 3,75 \cdot 10^7 \frac{m}{s}}{1,602 \cdot 10^{-19}C \cdot 5 \cdot 10^{-5}T} = 4,26m$$

Aus der Skizze entnimmt man, dass für die Ablenkung x gilt: $x = r - h$.

Mit Pythagoras folgt außerdem $h = \sqrt{r^2 - s^2}$. Für die Ablenkung folgt also

$$x = r - \sqrt{r^2 - s^2} = 4,26m - \sqrt{(4,26m)^2 - (0,4m)^2} = 0,019m.$$

