

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:  $x = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot 3,3 \cdot 10^{14} \frac{m}{s^2} \cdot (1,1 \cdot 10^{-8}s)^2 = 0,020m$

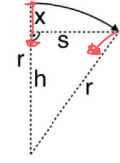
**Genauer mit Inhalten aus der EF „Kreisbewegung“:**

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:  $x = r - h$ .

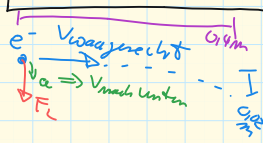
Mit Pythagoras folgt außerdem  $h = \sqrt{r^2 - s^2}$ . Für die Ablenkung folgt also  $x = r - \sqrt{r^2 - s^2} = 4,26m - \sqrt{(4,26m)^2 - (0,4m)^2} = 0,019m$ .



J.Flothow, Dez 2018

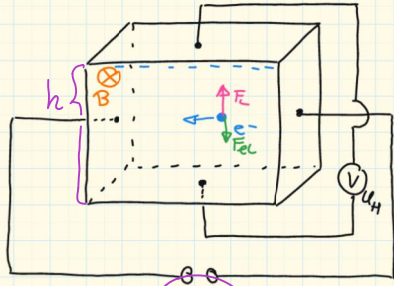
Graph

- „Ablesen“
- Markierungen



nicht GK

$\Rightarrow$  Hall-Effekt



Hall-Spannung

$U_H$  konstant  $\Rightarrow I$  konstant

Kräfte gleichgewicht

$$F_L = F_E$$

$$qvB = q \cdot E$$

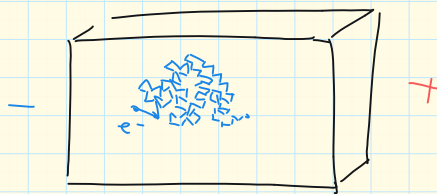
$$qvB = q \cdot \frac{U_H}{h}$$

$$U_H = v \cdot B \cdot h$$

FS S.30

$U_H$  ist proportional zu  $B$ ,  
wenn  $v$  konstant

Driftgeschwindigkeit



Driftgeschwindigkeit  $\neq$  Geschwindigkeit des Zick-Zack-fliegenden Elektrons.

Berechne:  $U = 0,5 \mu V$   
 $h = 1cm$   
 $B = 0,3T$   
 $v_D = ?$

$$U_H = h \cdot v \cdot B$$

$$v = \frac{U_H}{h \cdot B} = \frac{0,5 \cdot 10^{-6}V}{0,01m \cdot 0,3T} = 1,67 \cdot 10^{-4} \frac{m}{s}$$

$$\approx 0,2 \frac{mm}{s}$$