Musterlösung der Abschlussprüfung 2004/05 Teil II

1.1 $W_{el} = E_{kin,n}$

$e \cdot U = \frac{1}{2} m v_0^2$

$v_0^2 = 2 \cdot \frac{e}{m} \cdot U \quad \Rightarrow \quad v_0 = \sqrt{2 \cdot \frac{e}{m} \cdot U}$

1.2 Bedingungen:

- zeitlich konstantes homogenes Magnetfeld
- $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$

1.3

$$\vec{F}_L = \vec{F}_Z$$

$$F_L = F_Z$$

$$e \cdot v_0 \cdot B = m \cdot \frac{v_0^2}{r}$$

$$e \cdot B = m \cdot \frac{v_0}{r}$$

$$r = \frac{m \cdot v_0}{e \cdot B}$$

$$r^2 = \frac{m^2 \cdot v_0^2}{e^2 \cdot B^2} \overset{1.1}{=} \frac{m^2 \cdot 2 \cdot \frac{e}{m} \cdot U}{e^2 \cdot B^2} = \frac{m^{\cancel{2}} \cdot 2 \cdot \cancel{e} \cdot U}{e^{\cancel{2}} \cdot B^2 \cdot \cancel{m}}$$

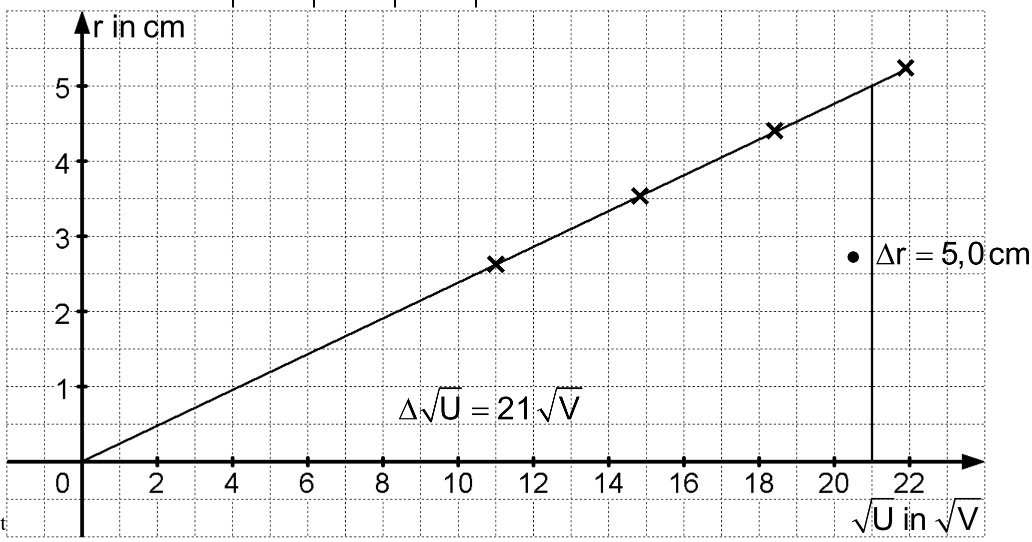
$$r^2 = 2 \cdot \frac{m}{e} \cdot \frac{U}{B^2}$$

1.4.1 Zusammenhang zw. r und B in den Messungen 3, 5 und 6 $(U = \text{konst.})$

$$r \sim \frac{1}{B}$$

1.4.2

Messung Nr.	**1**	**2**	**3**	**4**
U in 10^2 V	1,2	2,2	3,4	4,8
$\sqrt{U}$ in $\sqrt{V}$	11,0	14,8	184	21,9
r in cm	2,6	3,6	4,4	5,3



Im Rahmen der Mess- und Zeichengenauigkeit liegen die Punkte auf einer Ursprungshalbgeraden $\Rightarrow \quad r \sim \sqrt{U}$, für $B = \text{konst.}$

1.4.3 $r = k \cdot \sqrt{U}$

$$k = \frac{\Delta r}{\Delta\sqrt{U}} = \frac{5{,}0\,\text{cm}}{21\sqrt{V}} = \frac{0{,}05\,\text{m}}{21\sqrt{V}} \approx \underline{\underline{2{,}4 \cdot 10^{-3}\,\frac{\text{m}}{\sqrt{V}}}}$$

1.4.4 aus 1.4.3 $\quad r = k \cdot \sqrt{U} \quad \Rightarrow \quad r^2 = k^2 \cdot U$

aus 1.3 $\quad r^2 = \dfrac{2 \cdot m \cdot U}{e \cdot B^2}$

$$\Rightarrow \quad k^2 U = \frac{2 \cdot m \cdot U}{e \cdot B^2}$$

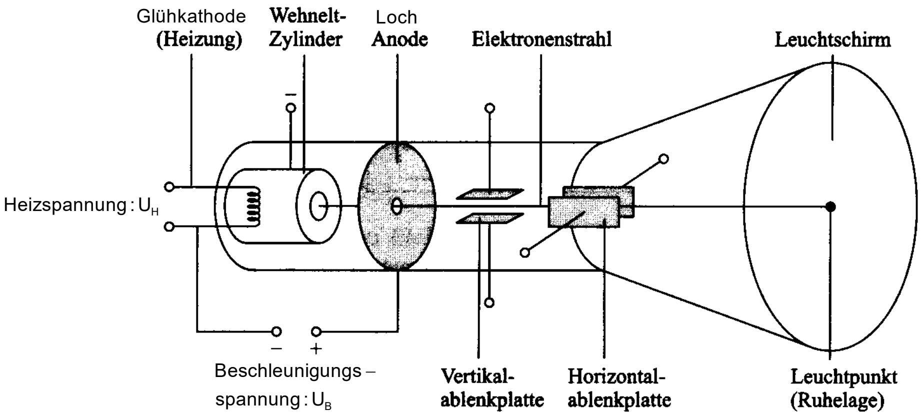
$$\frac{e}{m} = \frac{2}{k^2 \cdot B^2}$$

$$\frac{e}{m} = \frac{2}{\left(2{,}4 \cdot 10^{-3}\,\frac{\text{m}}{\sqrt{V}}\right)^2 \cdot \left(1{,}4 \cdot 10^{-3}\,\text{T}\right)^2} \approx \underline{\underline{1{,}8 \cdot 10^{11}\,\tfrac{\text{C}}{\text{kg}}}}$$

Einheitenvergleich:

$$\left[\frac{e}{m}\right] = \frac{1}{\frac{\text{m}^2}{\text{V}} \cdot \text{T}^2} = \frac{\text{V}}{\text{m}^2\left(\frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}\right)^2} = \frac{\text{m}^2}{\text{Vs}^2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{kg} \cdot \text{Vs}^2} = \frac{\text{Nm}}{\text{kg} \cdot \text{V}} = \frac{\text{VAs}}{\text{kg} \cdot \text{V}} = \frac{\text{C}}{\text{kg}}$$

2.1



2.2
- In der Glühkathode werden Elektronen emittiert (Glühemission),
- zur Lochblende hin beschleunigt und dabei durch den Wehneltzylinder zu einem Elektronenstrahl gebündelt.
- Der Elektronenstrahl tritt nach dem Verlassen des Beschleunigungskondensators (Glühkathode und Lochanode) in den Ablenkkondensator mit horizontal angeordneten Kondensatorplatten. Eine der Platten ist mit dem Messeingang leitend verbunden, die andere Kondensatorplatte ist mit der nach außen geführten Erdung verbunden. Dieser Kondensator bewirkt je nach angelegter Messspannung $U_V(t)$ eine vertikale Ablenkung des Elektronenstrahls.
- Danach tritt der Elektronenstrahl in den Ablenkkondensator mit vertikal angeordneten Platten an denen eine Sägezahnspannung U_S anliegt, die

dafür sorgt, dass der Elektronenstrahl mit konstanter Geschwindigkeit wiederholt von links nach rechts horizontal abgelenkt wird.

- Im weiteren Verlauf trifft der Elektronenstrahl auf den Leuchtschirm wo er einen Lichtpunkt hinterlässt.
- Durch die in horizontaler Ablenkrichtung anliegende Sägezahnspannung U_S (sie bewirkt einen wiederholt mit konstanter Geschwindigkeit von links nach rechts laufenden Lichtpunkt am Bildschirm) und der zusätzlichen vertikalen Ablenkung des Lichtpunktes entsprechend der anliegenden Spannung U_v wird der zeitliche Verlauf der Spannung $U_v(t)$ am Leuchtschirm dargestellt.

3.1 Aus dem gegebenen Schirmbild des Oszilloskops folgt mit den angegebenen Empfindlichkeiten:

$$T = 5\,\text{Skt.} \cdot 2{,}0 \cdot 10^{-3}\,\tfrac{\text{Skt.}}{\text{s}} = 10\,\text{ms} \quad \Rightarrow \quad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{10 \cdot 10^{-3}\,\text{s}} = \underline{\underline{1{,}0 \cdot 10^{2}\,\text{Hz}}}$$

Bei der Reihenschaltung gilt: $\hat{I}_C = \hat{I}_R$

Am Kanal 2 liegt die am Widerstand R abfallende Spannung U_R:

$$\hat{U}_R = 2{,}5\,\text{Skt.} \cdot 0{,}10\,\tfrac{\text{V}}{\text{Skt.}} = 0{,}25\,\text{V}$$

Somit gilt: $\hat{U}_R = R \cdot \hat{I}_R \quad \Rightarrow \quad \hat{I}_R = \dfrac{\hat{U}_R}{R} = \dfrac{0{,}25\,\text{V}}{100\,\Omega} = \underline{\underline{2{,}5 \cdot 10^{-3}\,\text{A} = \hat{I}_C}}$

3.2
$$\left.\begin{aligned} X_C &= \frac{1}{\omega C} \\ X_C &= \frac{\hat{U}}{\hat{I}_C} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \quad \frac{1}{\omega C} = \frac{\hat{U}}{\hat{I}_C} \quad \Rightarrow \quad C = \frac{\hat{I}_C}{\omega \hat{U}} = \frac{\hat{I}_C}{2\pi f \cdot \hat{U}} = \frac{2{,}5 \cdot 10^{-3}\,\text{A}}{2\pi \cdot 1{,}0 \cdot 10^{2}\,\tfrac{1}{\text{s}} \cdot 8{,}0\,\text{V}} \approx \underline{\underline{0{,}50\,\mu\text{F}}}$$

3.3 Die Kurve mit der Amplitude $A_1 = 4\,\text{Skt.}$ behält diese Amplitude bei; der Abstand zweier Nulldurchgänge halbiert sich.
Bei der zweiten Kurve verdoppelt sich die Amplitude von $2{,}5\,\text{Skt.}$ auf $5\,\text{Skt.}$; der Abstand zweier Nulldurchgänge halbiert sich ebenfalls.