

- 1. Das Wiensche Geschwindigkeitsfilter:** Mit Hilfe eines Wienschen Geschwindigkeitsfilters sollen aus einem Strahl geladener Teilchen mit verschiedenen Geschwindigkeiten jene Teilchen herausgefiltert werden, welche eine bestimmten **Geschwindigkeit**  $v_0$  aufweisen. Zur Verfügung stehen ein **homogenes  $\vec{E}$ -Feld** sowie ein **homogenes  $\vec{B}$ -Feld**.

Das  $\vec{E}$ -Feld wird durch einen **Kondensator** (Plattenabstand  $D = 9 \text{ mm}$ ,  $U = 36 \text{ V}$ ) erzeugt, das  $\vec{B}$ -Feld durch ein **Helmholtz-Spulenpaar** (Windungszahl für eine Spule:  $N = 80$ , Durchmesser  $d = 150 \text{ mm}$ ).

- Wie müssen  $\vec{E}$  und  $\vec{B}$  zueinander liegen und wie müssen die Teilchen in den Kondensator eingeschossen werden, damit sich das Wiensche Geschwindigkeitsfilter realisieren lässt?
- Fertigen Sie eine Skizze der Anordnung aus Spulen und Kondensator an.
- Leiten Sie die Filterbedingung für konstantes  $v_0$  allgemein her.
- Wie groß sind  $\vec{E}$ ,  $\vec{B}$  und  $I$  für  $v_0 = 3 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}$ ? (*Lösung:*  $I = 1,39 \text{ A}$ ,  $B = 1,33 \text{ mT}$ ,  $E = 4 \text{ kV}\cdot\text{m}^{-1}$ )

- 2.** Ein Elektron bewege sich mit der Geschwindigkeit  $\vec{v} = v_0 \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$  in einem homogenen Magnetfeld

$\vec{B} = B_0 \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$  sowie einem homogenem E-Feld  $\vec{E} = E_0 \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$  zum Zeitpunkt  $t = 0$  durch den Ursprung.

Berechnen Sie die Bahn des Elektrons.

(*Lösung:*  $x(t) = \frac{m}{e \cdot B_0} \cdot \left\{ v_0 \cdot \sin\left(\frac{e \cdot B_0}{m} \cdot t\right) + \left(v_0 + \frac{E_0}{B_0}\right) \cdot \left[1 - \cos\left(\frac{e \cdot B_0}{m} \cdot t\right)\right] \right\}$ ,

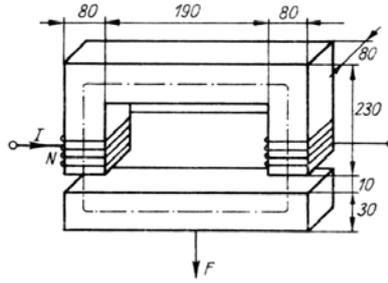
$y(t) = \frac{m}{e \cdot B_0} \cdot \left\{ \left(v_0 + \frac{E_0}{B_0}\right) \cdot \sin\left(\frac{e \cdot B_0}{m} \cdot t\right) + v_0 \cdot \left[\cos\left(\frac{e \cdot B_0}{m} \cdot t\right) - 1\right] - \frac{E_0}{B_0} \cdot t \right\}$

- 3.** Ein **torusförmiger Eisenkern** mit dem mittleren Durchmesser  $d = 20 \text{ cm}$  und dem Luftspalt  $S = 0,5 \text{ cm}$  ist gleichmäßig mit  $N = 500$  Windungen bewickelt.

- Wie groß ist das totale magnetische Feld bei einem Strom von  $I = 1 \text{ A}$  und einer Permeabilität  $\mu = 2000$ ? (*Lösung:*  $H_{\text{total}} = 94132 \text{ Am}^{-1}$ )
- Welcher Strom wäre zur Erzeugung des gleichen Magnetfeldes bei geschlossenem Eisenkern notwendig? (*Lösung:*  $I = 59,2 \text{ mA}$ )
- Welcher Strom wäre zur Erzeugung des gleichen Magnetfeldes bei geschlossenem Holzkern ( $\mu$  etwa 1) notwendig? (*Lösung:*  $I = 118,29 \text{ A}$ )

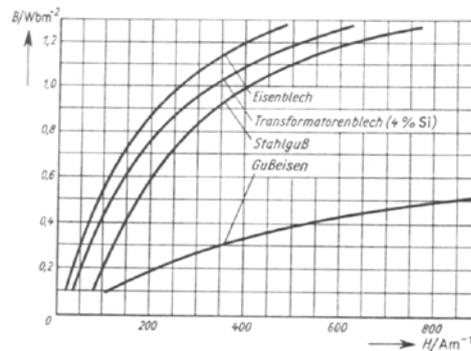
**Bitte Seite wenden!**

4. Ein **Hufeisen-Elektromagnet** aus Eisenblech mit den angegebenen Maßen in mm (siehe Skizze) soll aus der Entfernung  $\delta = 1 \text{ cm}$  einen Anker anziehen können, der eine Last von **250 kg** trägt.

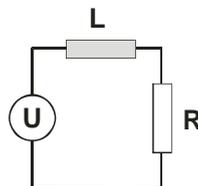


→ Welcher **Strom** muß dazu durch die Spule, deren Windungszahl  $N = 500$  beträgt, fließen?  
 (Lösung:  $I = 22,7 \text{ A}$ )

Anleitung: Zur Bestimmung von  $H$  verwende man untenstehende  $B/H$ -Kurven.



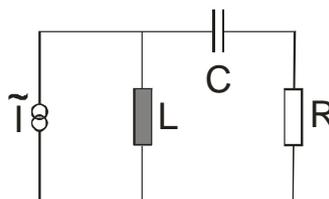
5. **RL-Kreis:** Der in der Skizze dargestellte  $RL$ -Kreis wird mit der Spannung  $U(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ U_0 \cdot \frac{t}{t_0}, & t \geq 0 \end{cases}$  betrieben.



- a) berechnen Sie die **Spannung**  $U_R$  am Widerstand  $R$ .  
 b) Unter welchen Voraussetzungen ist diese Schaltung ein **Integrator**?

(Lösung.:  $U_R(t) = \frac{L \cdot U_0}{R \cdot t_0} \cdot \left( e^{-\frac{R}{L}t} - 1 \right) + \frac{U_0}{t_0} \cdot t$ )

6. **Gemischter Schwingkreis:** Ein gemischter RLC-Schwingkreis (siehe Skizze) wird mit dem **Wechselstrom**  $I(t) = I_0 \cdot \exp(i \cdot \omega \cdot t)$  getrieben.



- a) Berechnen Sie die **Spannung am Widerstand**  $U_R(t)$ . (vernachlässigen Sie den Einschaltvorgang und rechnen Sie mit komplexen Zahlen).

b) Wann ist  $U_R(t)$  maximal? (Lösung:  $U_{R,max} = I_0 \cdot i \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$ )