

Name: \_\_\_\_\_

1. In einer **Elektronenkanone** werden Elektronen der (Ruhe-)masse **m** vermöge der Beschleunigungsspannung **U** beschleunigt und erreichen an der Anode die Geschwindigkeit **v**.

- a) Fertige eine Zeichnung zum Aufbau der Elektronenkanone an.  
b) Begründe aus physikalischen Überlegungen, daß sich für **v** folgender Term ergibt:

$$v^2 = 2 \cdot e \cdot U / m$$

- c) Bei welcher Beschleunigungsspannung erreichen die Elektronen 1/10 der Lichtgeschwindigkeit **c**?

2. Im Inneren einer langen stromdurchflossenen Spule herrscht ein weitgehend **homogenes Magnetfeld B**. Die mit Luft gefüllte zylinderförmige Spule hat den Radius **r** = 5 cm, die Länge **l** = 100 cm und ist gleichmäßig mit **n** = 500 Windungen Kupferdraht bewickelt; der Strom **I<sub>err</sub>** durch die Spule hat den Wert 4 A.

- a) Der Umlaufsinn des Erregerstromes **I<sub>err</sub>** bestimmt die Richtung des Magnetfeldes im Inneren der Spule; beschreibe die Regel in Worten, nach der man die Feldrichtung ermittelt.  
b) Berechne die magnetische Flußdichte **B**.  
c) Unter dem magnetischen Fluß **Φ** versteht man das Produkt aus der Flußdichte **B** und der Fläche **A**, wobei das Feld **B** die Fläche **A** senkrecht durchsetzt. Berechne den Fluß **Φ** im Inneren der Spule!  
d) Welche Kraft **F** erfährt ein Leiterstück der Länge **s** = 6 cm, welches innerhalb der Spule senkrecht zur Feldrichtung angeordnet ist und vom Strom **I** = 3 A durchflossen wird?  
Fertige auch eine Zeichnung an, aus der die Richtungen von **I**, **B** und **F** hervorgehen!  
e) Wie ändern sich bei gleichbleibendem Erregerstrom **I<sub>err</sub>** und gleicher Länge **l** das Magnetfeld **B** und der Fluß **Φ** im Inneren der Spule, wenn man die Anzahl **n** der Windungen vervierfacht und gleichzeitig den Radius **r** der Spule halbiert?

3. In einer evakuierten Röhre (**Fadenstrahlrohr**) werden Elektronen der (Ruhe-)masse **m**, die in einer Elektronenkanone vermöge der Spannung **U** beschleunigt wurden, in ein homogenes magnetisches Feld **B** senkrecht zu dessen Richtung geschossen. Die Elektronen beschreiben eine Kreisbahn mit Radius **r** (Begründung?).

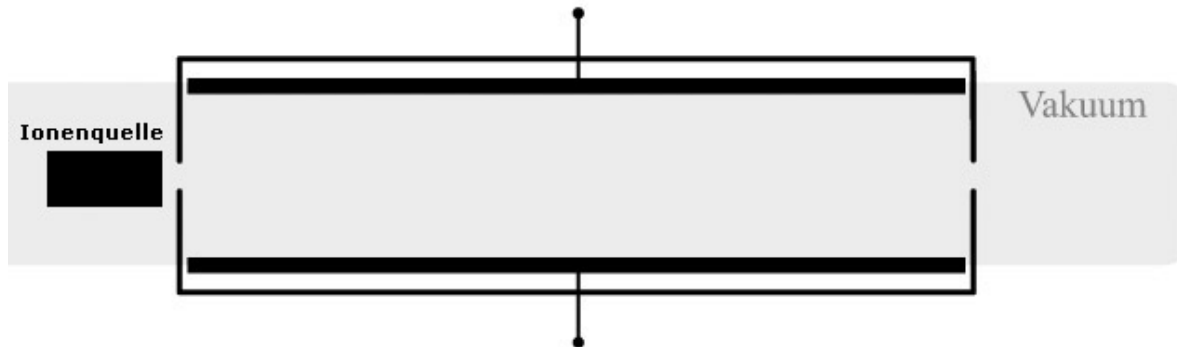
- a) Fertige eine Zeichnung an, aus der der Umlaufsinn der Elektronen und die übrigen physikalischen Größen hervorgehen.  
b) Leite eine Beziehung zur Bestimmung der spezifischen Ladung **e/m** der Elektronen her.  
c) Berechne **e/m** und daraus **m** für **U** = 200 V, **B** = 0,95 mT, **r** = 5 cm.  
d) Beweise: Die Umlaufdauer **T** eines Elektrons auf der Kreisbahn ist sowohl von der Geschwindigkeit **v** als auch vom Bahnradius **r** unabhängig. – Wie wirkt sich die bei sehr hohen Geschwindigkeiten beobachtbare relativistische Massenzunahme auf die Umlaufdauer aus?

- e) Charakterisiere die Bahnkurve der Elektronen, wenn man dem Magnetfeld  $\mathbf{B}$  ein paralleles elektrisches Feld  $\mathbf{E}$  gleicher Richtung überlagert.

#### 4. Wien-Filter

Eine Ionenquelle emittiere positiv geladene Ionen mit Ladung  $q$ .

- a) Ergänze nachfolgende Zeichnung um ein elektrisches Feld  $\mathbf{E}$  und ein magnetisches Feld  $\mathbf{B}$  so, daß nur Ionen einer bestimmten Geschwindigkeit  $\mathbf{v}$  die Anordnung geradlinig durchlaufen.



- b) Zeige: Nur Teilchen mit der Geschwindigkeit  $\mathbf{v} = \mathbf{E}/\mathbf{B}$  durchlaufen die Anordnung geradlinig und erreichen die rechtsseitig gelegene Blende.
- c)  $\alpha$ -Teilchen (zweifach positiv geladene He-Kerne der Masse  $m_\alpha$ ) eines bestimmten  $\alpha$ -Strahlers erreichen die rechtsseitig gelegene Blende für  $\mathbf{B} = 0,01 \text{ T}$  und  $\mathbf{E} = 80 \text{ kV/m}$ . Berechne die Geschwindigkeit  $\mathbf{v}$  und die kinetische Energie  $\mathbf{E}_{\text{kin}}$  der  $\alpha$ -Teilchen!

Anhang:

$$m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_\alpha = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ As/(Vm)}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/(Am)}$$