

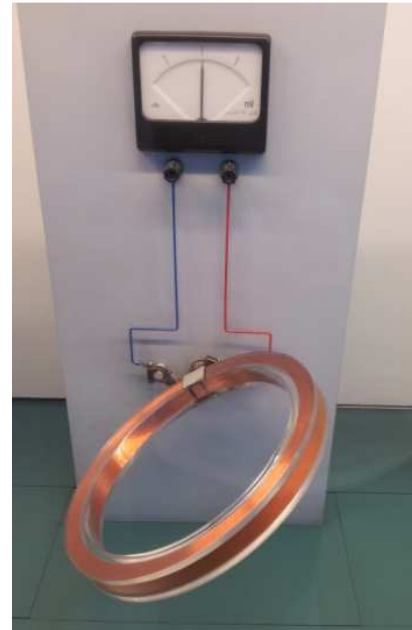
Du kannst die gesamte Zeit deinen GTR verwenden! Achte auf eine saubere Darstellung und vergiss nicht, Ansätze zu notieren. **Bearbeitungszeit: 80 Minuten**

**1. Aufgabe****(3 Punkte)**

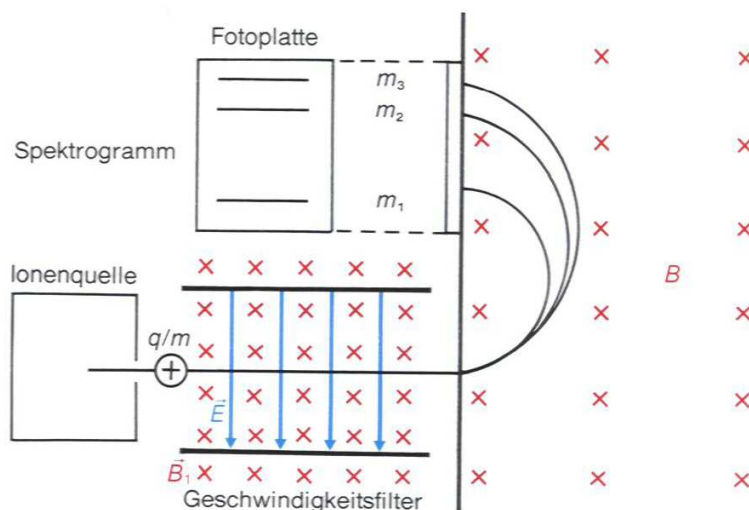
Die Abbildung rechts unten zeigt ein Exponat des Deutschen Museums in München:

Die Spule ist mit einer Kurbel von Hand drehbar. Dreht man sie, so zeigt das Mikrovoltmeter einen deutlichen Ausschlag; offensichtlich wird beim Drehen der Spule eine Spannung induziert!

- Welches Magnetfeld ist verantwortlich für den zu sehenden Effekt? Es sind keine Dauermagneten oder ähnliches in der Nähe angebracht.
- Über welche Formel wird die Stärke eines Magnetfeldes in der Physik gemessen? Gib ein Experiment an, in dem man diese Formel in die reale Welt „umsetzen“ kann.

**2. Aufgabe****(10 Punkte)**

Die Abbildung zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Massenspektrometers. In der gesamten Anlage herrsche ein Vakuum. Am Plattenkondensator des Geschwindigkeitsfilters liege eine Spannung von 1200V an, der Plattenabstand betrage 5cm. Ein Gemisch aus einfach positiv geladenen Kohlenstoffionen  $^{12}\text{C}$  ( $m_1 = 12,0u$ ) und  $^{14}\text{C}$  ( $m_2 = 14,0u$ ) tritt durch eine Lochblende in den Geschwindigkeitsfilter ein. ( $u = 1,66 \cdot 10^{-27}$  kg)



Das Magnetfeld mit der Flussdichte  $B_1$  sei zunächst abgeschaltet. Es herrscht im Bereich des Geschwindigkeitsfilters also nur ein elektrisches Feld.

- Skizziere **qualitativ** die Bahnen zweier Ionen unterschiedlicher Masse, aber gleicher Geschwindigkeit und Ladung im Plattenkondensator. Erkläre, welche Bahn welcher Ionensorte zuzuordnen ist.
- Durch Einschalten des Magnetfeldes  $B_1$  wird der Geschwindigkeitsfilter komplett. Berechne die passende magnetische Flussdichte, bei der Ionen mit einer Geschwindigkeit von  $250000 \text{ m/s}$  sich von der Quelle kommend exakt parallel zu den Kondensatorplatten weiterbewegen. Leite die dazu benötigte Beziehung mit Erläuterungen her! Spielt nun die Masse der Ionen auch noch eine Rolle?

Nach Passieren des Geschwindigkeitsfilters gelangen die Ionen mit  $v=250000 \text{ m/s}$  in das Magnetfeld  $B$  der Stärke  $0,2\text{T}$ .

- Berechne die Radien der Halbkreise, die die  $^{12}\text{C}$ -Ionen und die  $^{14}\text{C}$ -Ionen beschreiben. Du kannst dabei die Formel  $r=vm/(eB)$  verwenden.
- Zeige, dass für den gegenseitigen Abstand  $a$ , unter dem einfach positiv geladene Ionen der Massen  $m_1$  und  $m_2$  den Detektor (Fotoplatte) treffen, folgende Gleichung gilt:

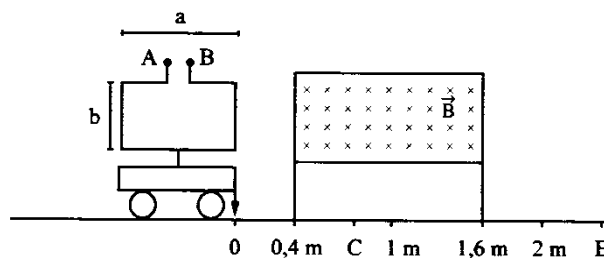
$$a = \frac{2 \cdot (m_2 - m_1) \cdot v}{e \cdot B}$$

- Schlage Spulendimensionen, Windungszahl und die entsprechende Stärke des Erregerstroms für eine schlanke Spule (ohne Eisenkern) vor, in der ein homogenes Magnetfeld von  $0,2\text{T}$  im Vakuum erzeugt werden kann. ( $\mu_0=1,26 \mu\text{Tm/A}$ )

### 3. Aufgabe

(7 Punkte)

Auf einer horizontalen Fahrbahn befindet sich ein Wagen mit einem Positionspfeil an der Vorderkante. Auf dem Wagen ist ein rechteckiger Drahtrahmen mit einer Länge von  $80\text{cm}$  und einer Höhe von  $40\text{cm}$  montiert. Ein räumlich begrenztes homogenes Magnetfeld ist senkrecht zur Rahmenebenen gerichtet:



Das zeitlich konstante Magnetfeld habe eine Flussdichte von  $B=2\text{T}$ . Der Wagen passiert zum Zeitpunkt  $t=0\text{s}$  den Punkt  $O$  und bewegt sich reibungsfrei mit der konstanten Geschwindigkeit  $v=4\text{m/s}$  von  $O$  nach  $E$ .

- Erläutere zunächst, wann und warum während dieser Bewegung zwischen den Punkten  $A$  und  $B$  eine Spannung messbar wird.
- Skizziere den zeitlichen Verlauf der Induktionsspannung auf der Fahrt von  $O$  nach  $E$ .

In einem weiteren Versuch werden die beiden Anschlüsse A und B leitend miteinander verbunden. Der Drahtrahmen habe einen Widerstand  $R=5\Omega$ . Der Wagen bewege sich wieder gleichförmig mit  $v=4\text{m/s}$  von Punkt O nach rechts und weiterhin gilt  $B=2\text{T}$ .

- c) Erläutere, warum nun zeitweise eine Kraft auf den Wagen ausgeübt werden muss, um die gleichförmige Geschwindigkeit aufrecht zu erhalten.
- d) Berechne den Betrag der aufzubringenden Kraft, wenn sich der Positionspfeil bei C befindet! (Gehe davon aus, dass die Induktionsspannung  $3,2\text{V}$  beträgt.)
- e) Der Wagen wird fest an die Positionsmarke  $1\text{m}$  gestellt. Wie müsste sich das B-Feld ändern, damit zwischen A und B eine Spannung von genau  $1\text{V}$  induziert wird?

#### **4. Aufgabe**

**(4 Punkte)**

Im Unterricht haben wir das Phänomen der Selbstinduktion anhand eines Experimentes untersucht.

- a) Fertige eine Schaltskizze des verwendeten Aufbaus an inklusive der Diode.
- b) Erläutere, was beim sogenannten „Einschaltvorgang“ passiert.
- c) Erläutere, was beim sogenannten „Ausschaltvorgang“ passiert.