



Mit der oben dargestellten Anordnung kann die Masse von Protonen bestimmt werden. Eine Wasserstoffionenquelle IQ sendet einfach positiv geladene Wasserstoffionen, u.a. Protonen ( ${}^1_1\text{H}^+$ -Ionen) mit verschiedenen kinetischen Energien aus. Durch ein kleines Loch in der Blende  $S_1$  treten solche Ionen in einen Geschwindigkeitsfilter ein. Ionen, die den Geschwindigkeitsfilter ohne Ablenkung passieren und dann durch ein kleines Loch in der Blende  $S_2$  verlassen, besitzen eine Geschwindigkeit  $\vec{v}_0$  mit dem Betrag  $v_0$ . Die Anordnung befindet sich im Vakuum. Die auf die Ionen wirkenden Gravitationskräfte sind vernachlässigbar klein.

- 1.1 Erklären Sie anhand einer beschrifteten Skizze die Wirkungsweise eines Geschwindigkeitsfilters. [6]
  
- 1.2.0 Nach dem Durchlaufen des Geschwindigkeitsfilters gelangen die Protonen in ein homogenes Magnetfeld, dessen Flussdichte  $\vec{B}$  zeitlich konstant ist und den Betrag  $B = 45 \text{ mT}$  hat. Beim Eintritt in das Magnetfeld haben diese Protonen die Geschwindigkeit  $\vec{v}_0$ , die senkrecht zu den Feldlinien gerichtet ist und den Betrag  $v_0 = 2,8 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$  hat.
  - 1.2.1 Ein Proton erfährt im Magnetfeld eine Kraft. Erläutern Sie, wie sich diese Kraft auf den Betrag und die Richtung der Geschwindigkeit des Protons auswirkt. [4]
  - 1.2.2 Im Magnetfeld bewegen sich die Protonen auf einem Halbkreis mit dem Radius  $r_p = 6,5 \text{ cm}$ . Berechnen Sie die Masse  $m_p$  eines Protons. [5]
  - 1.2.3 Die Ionenquelle liefert neben Protonen ( ${}^1_1\text{H}^+$ -Ionen) auch Deuteronen ( ${}^2_1\text{D}^+$ -Ionen). Für die Massen  $m_p$  und  $m_D$  der beiden Innensorten gilt:  $m_D = 2 \cdot m_p$ . Ein Deuteron trägt die Ladung  $q_D = +1e$ , wobei  $e$  die Elementarladung ist. Begründen Sie rechnerisch, dass die Protonen und die Deuteronen nicht im selben Punkt auf die an der Blende  $S_2$  angebrachte photographische Platte treffen. [2]