



Mit der oben dargestellten Anordnung kann die Masse von Protonen bestimmt werden. Eine Wasserstoffionenquelle IQ sendet einfach positiv geladene Wasserstoffionen, u.a. Protonen (${}^1\text{H}^+$ -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 (${}^1\text{H}^+$ -Ionen) auch Deuteronen (${}^2\text{D}^+$ -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]