

**3 Ionen in elektrischen und magnetischen Feldern**

Beim Aston'schen Massenspektrographen durchlaufen die Ionen ein Geschwindigkeitsfilter, das aus einem gekreuzten elektrischen und magnetischen Feld ( $\vec{E} \perp \vec{B}_1$ ) besteht (Bild 4).

- 3.1 Erläutern Sie, wie mit diesem Filter alle Ionenarten gleicher Geschwindigkeit ausgewählt werden. Begründen Sie Ihre Überlegungen.

Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Ionen, wenn sie sich bei einer elektrischen Feldstärke von  $E = 764 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$  und einer magnetischen Flussdichte  $B_1 = 3,9 \text{ mT}$  geradlinig durch das Geschwindigkeitsfilter bewegen.

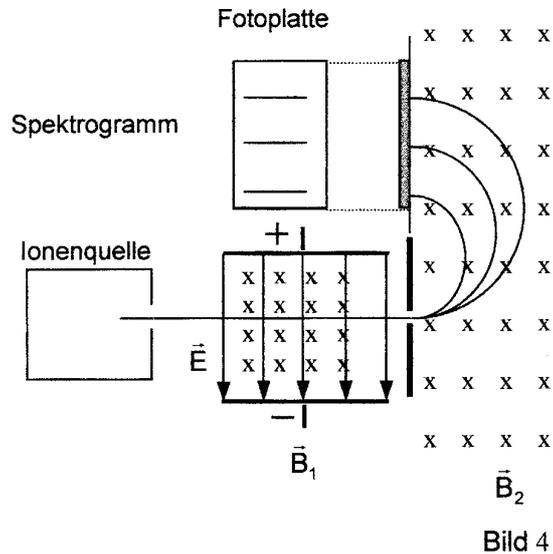


Bild 4

- 3.2 Ein Strahl einfach ionisierter Neonatome durchläuft das Geschwindigkeitsfilter mit einer Geschwindigkeit  $v = 2,0 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Sie werden im magnetischen Feld mit  $B_2 = 0,6 \text{ T}$  auf verschiedene Kreisbahnen gezwungen.

Geben Sie die Ursache für diesen Sachverhalt an.

Bestimmen Sie die Masse eines Teilchens mit dem Bahnradius  $r = 7,28 \text{ cm}$ .

- 3.3 Bei einem Versuch werden Deuteronen (Atomkerne des schweren Wassers mit  $m = 3,3 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  und  $Q = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ) in einem Zyklotron beschleunigt (Bild 5). Dabei ist die Anfangsgeschwindigkeit vernachlässigbar klein. Während eines vollen Umlaufs wird ein Deuteron zweimal beschleunigt.

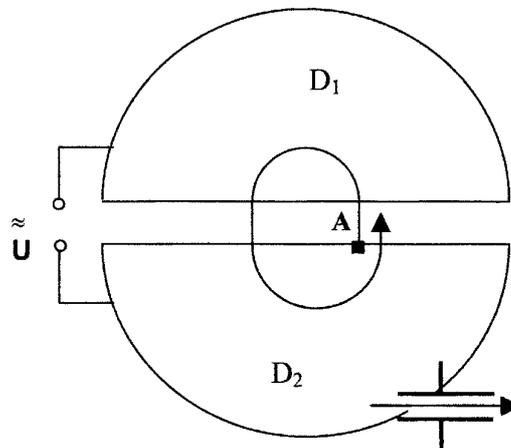


Bild 5

Zeigen Sie, dass für die Endgeschwindigkeit der Deuteronen nach  $n$  vollen Umläufen gilt:

$$v = \sqrt{4n \cdot \frac{Q}{m} \cdot U}$$

Berechnen Sie die Anzahl der vollen Umläufe, die bei einer Spannung von  $U = 1,0 \text{ kV}$  notwendig sind, damit die Deuteronen mit einer Geschwindigkeit von  $v = 5,82 \cdot 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  die Apparatur verlassen können.

Begründen Sie, dass mit einem solchen Zyklotron Geschwindigkeiten in der Nähe der Lichtgeschwindigkeit für Ionen unmöglich sind.