

Die physikalischen Verfahren zur genauen Messung von Atommassen sind meist Methoden, bei denen ionisierte Atome in elektrischen und magnetischen Feldern abgelenkt werden. Ein Beispiel hierfür zeigt die Apparatur in Abbildung 1. Die Anordnung befindet sich vollständig im Vakuum. Der Ionenstrahl soll im Folgenden stets in der Zeichenebene von Abbildung 1 verlaufen.

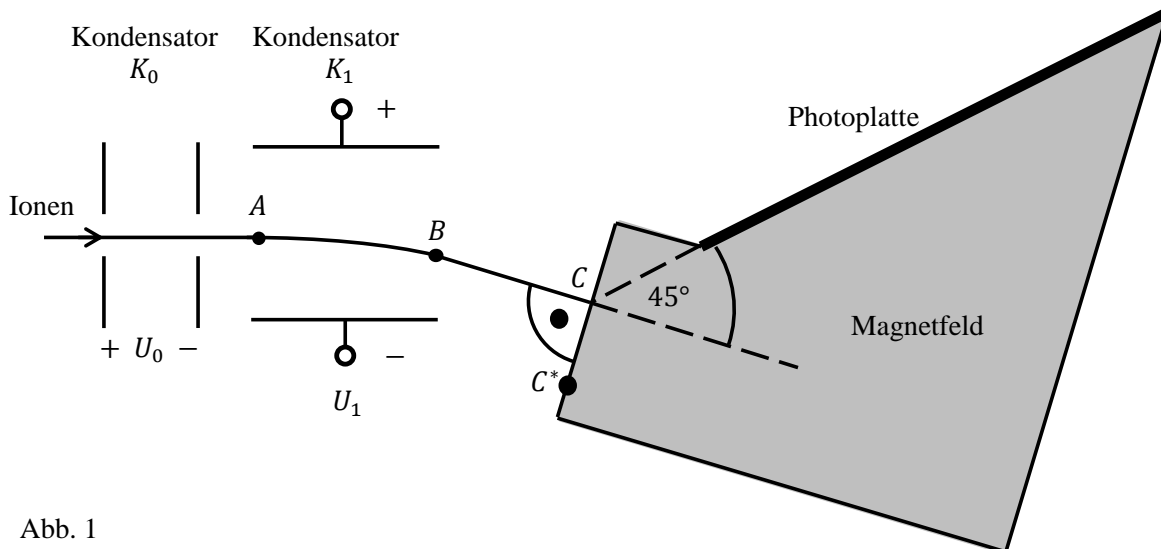


Abb. 1

Als Beispiel wird das Verhalten von einfach positiven Ne^+ -Ionen betrachtet. Die Masse der Ionen beträgt $m = 20 \cdot u$.

- a) Zum Beschleunigen werden die Ionen in den Kondensator K_0 gebracht, an den die Spannung U_0 angelegt ist.

- Berechnen Sie die Spannung U_0 , die erforderlich ist, um die Ne^+ -Ionen aus der Ruhe heraus auf $v_0 = 5,0 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$ zu beschleunigen. Erläutern Sie kurz Ihre Überlegung.

Die Ne^+ -Ionen gelangen nun bei A mit der Geschwindigkeit v_0 parallel zu den Platten in den Kondensator K_1 (Länge 5,0 cm; Plattenabstand 2,0 cm). An K_1 liegt die Spannung $U_1 = 86 \text{ V}$.

- Erläutern Sie, warum die Ionen in K_1 eine Parabelbahn durchlaufen.
- Mit welcher geschwindigkeit v_1 verlassen sie den Kondensator im Punkt B?
- Um welchen Winkel werden die Ionen aus ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt? (9 VP)

- b) Die Ne^+ -Ionen gelangen bei C mit $v_1 = 5,4 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$ wie in Abbildung 1 in ein homogenes Magnetfeld der Flussdichte 0,10 T und sollen in diesem so abgelenkt werden, dass sie auf die Photoplatte gelangen.

- Geben Sie die Richtung der magnetischen Flussdichte an und begründen Sie Ihre Antwort.
- Warum ist die Ionenbahn im Magnetfeld Teil eines Kreises?
- Bestimmen Sie die Entfernung des Auftreffpunktes D der Ne^+ -Ionen auf der Photoplatte vom Punkt C.
- Fertigen Sie eine Zeichnung der Ionenbahn von C bis D im Maßstab 1 : 2 an. (8 VP)

c) Aus experimentellen Gründen haben nicht alle Ionen beim Eintritt in den Kondensator K_1 dieselbe kinetische Energie.

- Zeigen Sie ohne Rechnung, dass langsamere Ne^+ -Ionen als die in Teilaufgabe a) betrachteten in K_1 stärker abgelenkt werden.

Diejenigen Ne^+ -Ionen, die K_1 mit der Geschwindigkeit $v_2 = 4,8 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$ verlassen, treten im Punkt C^* in das Magnetfeld ein. Der Eintrittspunkt C^* befindet sich $1,6 \text{ cm}$ von C entfernt. Der Eintrittswinkel beträgt dort 80° statt wie bisher 90° in Teilaufgabe b).

- Ergänzen Sie die Zeichnung aus Teilaufgabe b) mit der Bahnkurve dieser Ionen.
- Welche Vermutung legt das Ergebnis nahe? (7 VP)

d) Photonen einer monochromatischen Lichtquelle stehen zwei Wege zur Verfügung, die über einen Strahlteiler, je einen Spiegel und einen halbdurchlässigen Spiegel auf den gleichen Schirm führen (siehe Abbildung 2). Auf dem Schirm sind Interferenzen beobachtbar.

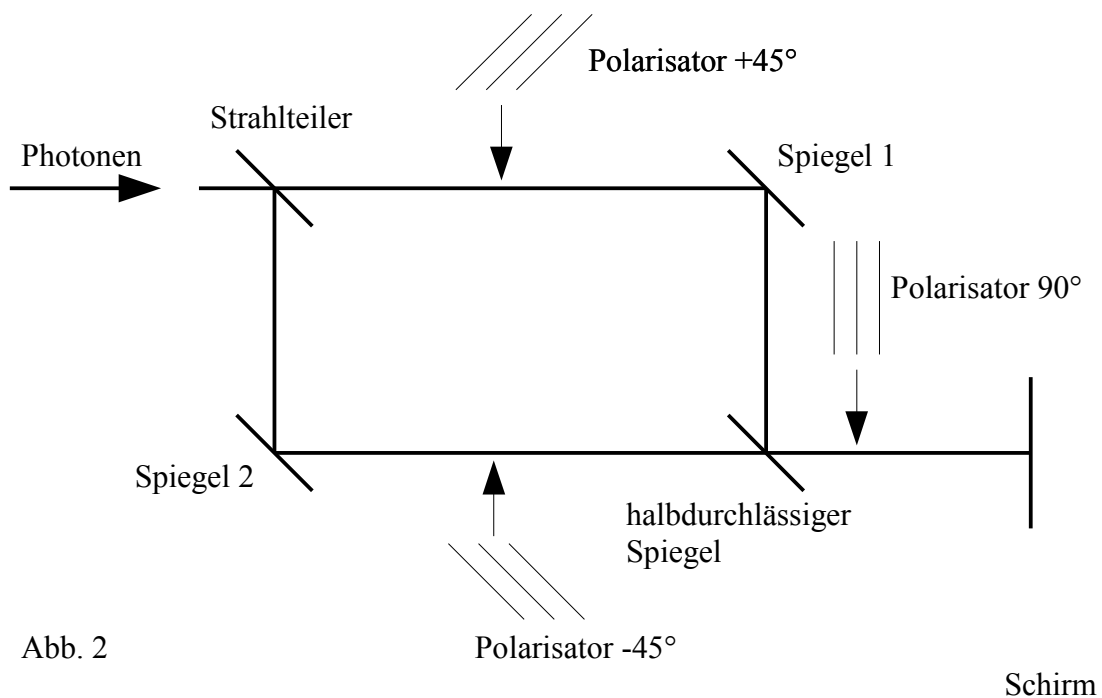


Abb. 2

- In die beiden Wege werden nun Polarisatoren geschoben, deren Ebenen um $+45^\circ$ und -45° gegen die Horizontale gedreht sind. Beschreiben und begründen Sie die Wirkung auf das Schirmbild.
- Ein dritter Polarisator, dessen Ebene um 90° gegen die Horizontale gedreht ist, wird in den gemeinsamen Weg vor den Schirm gebracht. Beschreiben und begründen Sie die Wirkung. (6 VP)

Atomare Masseneinheit: $u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
 Elementarladung: $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$