

Stern-Gerlach-Versuch

Wasserstoffatome im Grundzustand strömen (geeignet fokussiert) mit einer Geschwindigkeit $v_x = 1,80 \text{ km/s}$ aus einem Ofen und passieren auf einer Länge von $\Delta x_1 = 0,75 \text{ m}$ ein hinreichend starkes inhomogenes Magnetfeld, das in Z-Richtung zeigt. Auf sie wirkt eine Kraft vom Betrag $F_z = \mu_B \frac{\partial B}{\partial z}$. Die Größe μ_B ist das Bohrsche Magneton: $\mu_B = 9,27 \cdot 10^{-24} \text{ J/T}$.

Der Gradient des Feldes sei 12 T/m und zeige ebenfalls in Z-Richtung. Anschließend treffen die Wasserstoffatome auf einen Detektor, der in einer Entfernung $\Delta x_2 = 1,25 \text{ m}$ hinter dem Magnetfeld steht.

- a) Fertigen Sie eine Skizze des Experiments an! (3 Punkte)
- b) Auf dem Detektor beobachtet man zwei räumlich getrennte Signale. Begründen Sie dieses Ergebnis! (4 Punkte)
- c) Berechnen Sie den Betrag der Beschleunigung der Wasserstoffatome im Magnetfeld!
(Ersatzlösung: $a = 7 \cdot 10^4 \text{ m/s}^2$) (4 Punkte)
- d) Berechnen Sie den Abstand der beiden Signale im Detektor und skizzieren Sie den Weg der Atome vom Ofen zum Detektor! (5 Punkte)
- e) Erläutern Sie, in welcher Art sich das Bild auf dem Schirm verändert, wenn sich die Wasserstoffatome im ersten angeregten Zustand (Hauptquantenzahl $n = 2$) befinden! Wie viele getrennte Signale wird man dann beobachten? (4 Punkte)