Klausur Atomphysik

Sommersemester 2014

18.07.2014

1. Rutherford-Streuung. Beschleunigte α-Teilchen (He^{2+}) mit einer kinetischen Energie von 5 MeV werden an einer Goldfolie gestreut. Der Zusammenhang zwischen dem Stoßparameter *p* und dem Streuwinkel θ beträgt

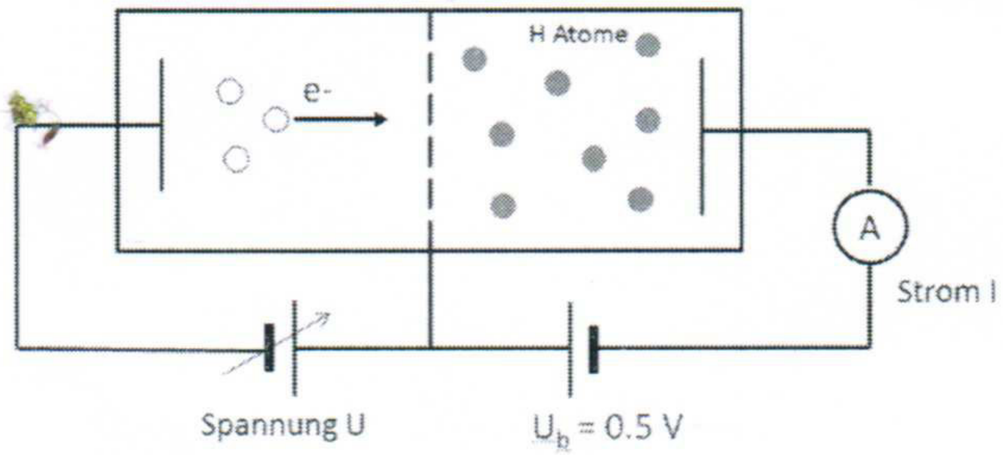
$$p = \frac{2Ze^2}{4\pi\varepsilon_0 m v_0^2} \cot\frac{\theta}{2}$$

mit der Masse m und der Geschwindigkeit v_0 der α-Teilchen. Die Goldfolie ist 5 μm dick und hat die Dichte ρ = 19.3 g cm^{-3}. Gold hat die Ordnungszahl Z = 79 und das relative Atomgewicht M = 197 g mol^{-1}. (Es ist keine relativistische Rechnung nötig.)

a) Wie groß ist der Stoßparameter für den Streuwinkel $\theta = 90^\circ$?
b) Welcher Bruchteil aller α-Teilchen wird in einen Winkel $\theta \geq 90^\circ$ zurückgestreut?
c) Welche Wechselwirkungskraft tritt zwischen allen α-Teilchen und den Gold-Atomkernen auf (mit Angabe der Formel)? Welche andere Wechselwirkung kann nur bei zentral auftreffenden α-Teilchen ($p \sim 0$) mit ausreichend hoher Energie auftreten?

2. Franck-Hertz-Versuch und Wasserstoffatom. Man betrachte einen Franck-Hertz-Versuch mit atomarem Wasserstoff (siehe Abbildung).

a) Wie werden die Elektronen freigesetzt und beschleunigt?
b) Skizzieren und erläutern Sie eine Strom-Spannungs (U)-Kennlinie.
c) Bei welcher Spannung tritt das erste Strommaximum auf? Bei welchen Spannungen würden Sie weitere Maxima erwarten, wenn man annimmt, dass nur Übergänge aus dem Grundzustand der H-Atome beobachtet werden?
d) Warum leuchtet die Gasfüllung bei Spannungen oberhalb des ersten Maximums?



3. Elektronenkonfiguration und magnetisches Moment. Das Atom Bor besitzt die Ordnungszahl Z = 5.

a) Zeichnen Sie ein Schema der Besetzung der Elektronenzustände 1s, 2s und 2p mit Angabe der Spinorientierung der Elektronen.
b) Geben Sie die Quantenzahlen für den Gesamtspin (S), den gesamten Bahndrehimpuls (L) und den Gesamtdrehimpuls (J) für ein Bor-Atom an.
c) Skizzieren Sie die Einstellmöglichkeiten des magnetischen Moments von Bor in einem äußeren Magnetfeld.

4. Heisenbergsche Unschärferelation. Geben Sie die Unschärferelation für den Ort und den mechanischen Impuls eines Elektrons an und erläutern Sie ihre Bedeutung an einem Beispiel.

Naturkonstanten:

Lichtgeschwindigkeit:	$c = 3.00 \cdot 10^{8}\ m\ s^{-1}$
Elementarladung:	$e = 1.6022 \cdot 10^{-19}\ As$
Boltzmann-Konstante:	$k = 1.3806 \cdot 10^{-23}\ J\ K^{-1}$
Protonen-Ruhemasse:	$m_p = 1.673 \cdot 10^{-27}\ kg$
Elektronen-Ruhemasse:	$m_e = 9.109 \cdot 10^{-31}\ kg$
Planck-Konstante:	$h = 6.6261 \cdot 10^{-34}\ Js$
Influenz-Konstante:	$\varepsilon_0 = 8.8542 \cdot 10^{-12}\ As\ V^{-1}\ m^{-1}$
Vakuumpermeabilität:	$\mu_0 = 1.2566 \cdot 10^{-6}\ Vs\ A^{-1}\ m^{-1}$
Avogadro-Konstante:	$N_a = 6.0221 \cdot 10^{23}\ mol^{-1}$
Rydberg-Konstante:	$R = 1.09737 \cdot 10^{7}\ m^{-1}$
Bohr-Magneton:	$\mu_B = 9.274 \cdot 10^{-24}\ J\ T^{-1}$