

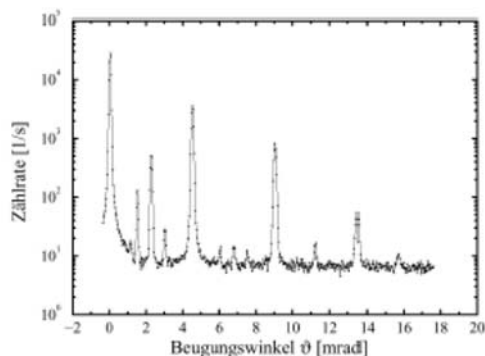
## Aufgabenblatt 8

### I) Gelerntes wiedergeben

- Skizzieren Sie den einfachen Aufbau zur Elektronenbeugung an Graphit aus der Vorlesung?
- Beschreiben Sie den Einstein-de-Haas Effekt. Was wird gemessen? Was lernt man daraus über das Gyromagnetische Verhältnis?
- Mit welcher Geschwindigkeit muss sich ein Argon-Atom (40 g/mol) bewegen, damit man ihm die de-Broglie Wellenlänge  $1\mu\text{m}$  zuordnen kann?

### II) Einfache Aufgaben

#### II.16) De Broglie Wellenlänge von Atomen und Elektronen



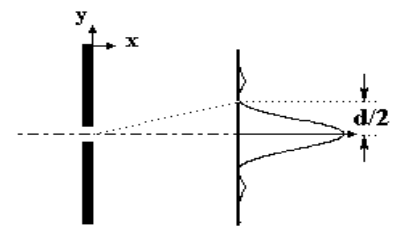
Die Abbildung zeigt das Resultat eines Experimentes von W. Schöllkopf + J.P. Toennies, 1994: Ein Strahl kalter He-Atome der kinetischen Energie 1 meV wird an einem Transmissionsgitter der Periode  $d = 100\text{ nm}$  gebeugt. Aufgetragen ist die gemessene Zählrate der Teilchen als Funktion des Beugungswinkels.

- Leiten Sie eine Bedingung her, bei welchen Winkeln Maxima auftreten (klassische Optik + Berechnung der de-Broglie Wellenlänge, d.h. Berechnen des Impulses aus der kinetischen Energie und der Masse von Helium ( $m(\text{He}) = 2 \cdot \text{Protonenmasse} + 2 \cdot \text{Neutronenmasse}$ ).

- Vergleichen Sie mit der Messung und überlegen Sie, woher die zusätzlichen Maxima kommen könnten.
- Welche Energie müssen Elektronen haben, um die gleichen Beugungswinkel zu erzeugen?

#### \*II.17) Elektronenbeugung am Spalt

- Elektronen welche die Spannung  $U = 20\text{ V}$  durchlaufen haben, treffen senkrecht auf einen Einfachspalt der Breite  $B = 0,50 \cdot 10^{-5}\text{ m}$ . Berechnen Sie die Breite  $d$  des Hauptmaximums auf einem  $a = 0,30\text{ m}$  entfernten Schirm mit Hilfe des Ansatzes von de Broglie. [Ergebnis:  $d = 3,2 \cdot 10^{-5}\text{ m}$ ]
- Ein Elektron, das am äußersten Rand des Hauptmaximums auftritt ( $y = d/2$ ) hat durch die Beugung am Spalt die Impulskomponente  $p_y$  erhalten. Berechnen Sie diese aus dem Ergebnis von Teilaufgabe a).



- Wie hängt  $p_y$  mit der Spaltbreite  $B$  zusammen? Was bewirkt demnach eine Messung der  $y$ -Komponente des Ortes?

### III) Vertiefende Aufgaben

#### III. 12) Heisenberg und Bohr

- Schätzen Sie den Impuls eines Elektrons ab, das sich in einem Atom mit dem Radius  $r = 0,5 \cdot 10^{-10}\text{ m}$  aufhält. Setzen Sie hierbei den Impuls gleich der Impulsunschärfe nach Heisenberg.
- Berechnen Sie relativistisch korrekt die kinetische Energie dieses Elektrons und vergleichen Sie mit der Bindungsenergie im Wasserstoffatom (13.6 eV).

#### \*III. 13.) Das magnetische Moment $\mu_l$ eines stromdurchflossenen Leiters

ist gleich  $I \cdot A$ , wobei  $I$  der Strom und  $A$  die eingeschlossene Fläche ist.

- Berechnen Sie das magnetische Moment  $\mu$  für ein Elektron, das mit der Geschwindigkeit  $v$  auf einer Kreisbahn mit dem Radius  $r$  unterwegs ist.
- Drücken Sie den Bahndrehimpuls  $l$  ebenfalls durch  $v$  und  $r$  aus.
- Wie groß ist das gyromagnetische Verhältnis  $\gamma = \mu/l$  für das Bahnmoment ?
- Das Gyromagnetische Verhältnis ist also eine Konstante. Überlegen Sie nun qualitativ, wie es wäre, wenn das Elektron ein rotierender Zylinder wäre auf dessen Oberfläche die Ladung  $e$  verteilt ist.... Wie müsste man wohl die Masse verteilen, damit das Gyromagnetische Verhältnis doppelt so groß wäre wie das des Bahnmoments? (So ist es nämlich.)
- Überlegen Sie analoges für das Elektron als Kugel. Wenn Sie Lust haben, können Sie auch rechnen und Integrale lösen. Aber qualitativ genügt!

