

# Übungen zur Atom- und Quantenphysik (SS 2008)

## Blatt 1

### Aufgabe 1: Rutherford-Streuung (2 Punkte)

Ein Strahl von  $\alpha$ -Teilchen der Energie 1 MeV und der Stromstärke  $10^{-5}$  A trifft auf ein Target der „Flächendichte“  $n_A = 8,1 \cdot 10^{18}$  Atome/cm<sup>2</sup>. Mit einem Detektor der quadratischen Öffnung 1 cm<sup>2</sup>, der unter dem Winkel 15° in 1 m Abstand vom Target aufgestellt ist, misst man eine Stromstärke von  $10^{-9}$  A. Aus welchem Element besteht das Target? Hinweis: Überlegen Sie, wie Sie aus den Angaben die Zahl der streuenden Atome und die einfallende Stromdichte berechnen, ohne den Strahlquerschnitt und die Foliendicke bestimmen zu müssen.

### Aufgabe 2: de Broglie-Wellenlänge (4 Punkte)

- a) Ein freies Elektron habe eine Energie  $E=150$  eV. Wie groß ist seine de Broglie-Wellenlänge? Um wieviel kleiner ist die Wellenlänge eines Elektrons, welches im LEP bei CERN beschleunigt wurde?  
*Hinweis:* Informationen über LEP finden Sie zum Beispiel in Wikipedia.
- b) Wie groß ist eigentlich die elektromagnetische Wellenlänge des vom Fernmeldeturm Münster ausgestrahlten Programms von Radio AM?
- c) Welche de Broglie-Wellenlänge hat Ihr Professor ( $m = 73$  kg), wenn er auf seinem Fahrrad mit einer Geschwindigkeit von 12 km/h angefahren kommt? Wie schnell müsste er gehen, wenn beim Eintreten in den Hörsaal sein 1. Beugungsmaximum am seitlichen Ende der Tafel (Winkel: 20°) liegen soll? (Skizze!) Nehmen Sie hier den Professor als punktförmiges Objekt an.

### Aufgabe 3: Davisson-Germer-Versuch (2 Punkte)

Elektronen werden an einem kubischen Kristallgitter gestreut (senkrechter Auffall). Wie erhält man die de Broglie-Wellenlänge aus dem Abstand der Interferenz-Maxima und der Gitterkonstanten  $a$ ? Wie groß ist der Winkel zwischen dem einlaufenden Strahl und dem Streu-Maximum für Elektronen der Energie 45 eV bei einer Gitterkonstanten  $a = 3,52$  Å?

### Aufgabe 4: Gruppen- und Phasengeschwindigkeiten (2 Punkte)

Berechnen Sie die Gruppen- und Phasengeschwindigkeiten von freien Elektronenwellen der Wellenlänge  $10^{-13}$  m und  $10^{-8}$  m. Wie groß ist die Energie der Elektronen? Vergleichen Sie die Geschwindigkeiten mit der Lichtgeschwindigkeit. Ist eine nicht-relativistische Rechnung in beiden Fällen sinnvoll?