

Übungen zur Atom- und Quantenphysik (SS 2008)

Blatt 1

Aufgabe 1: Rutherford-Streuung (2 Punkte)

Ein Strahl von α -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/cm². Mit einem Detektor der quadratischen Öffnung 1 cm², 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)

- 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.
- Wie groß ist eigentlich die elektromagnetische Wellenlänge des vom Fernmeldeturm Münster ausgestrahlten Programms von Radio AM?
- 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?