

Übungsblatt 5

Ausgabe: 19.5.2006

Rückgabe: 29.5.2006 vor der Vorlesung

1. Betrachten Sie die Beugungserscheinung eines Einfachspaltes (Weite $a = 100 \mu\text{m}$) mit Licht der Wellenlänge 543 nm (grüner Laser, kohärent) auf einem Schirm im Abstand 2 m .

a) Zeichnen Sie das Beugungsbild.

b) Zeichnen Sie das Beugungsbild, wenn im Abstand $d = 0.2 \text{ mm}$ ein weiterer Spalt geöffnet wird und wenn der Abstand der Spalte auf $d = 1 \text{ mm}$ vergrößert wird.

(2 Punkte)

2. Zeigen Sie, dass ein Elektron, das durch eine Spannung V auf relativistische Geschwindigkeiten beschleunigt wird,

a) die de-Broglie-Wellenlänge λ

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_e eV} \left(1 + \frac{eV}{2m_e c^2} \right)^{-1/2}} \quad \text{hat } (m_e : \text{Ruhemasse des Elektrons}).$$

b) Zeigen Sie, dass sich als nicht-relativistischer Grenzwert der in der VL angegebene Ausdruck ergibt und dass im ultra-relativistischen Grenzfall derselbe Ausdruck wie für Photonen gilt:

$$\lambda = \frac{hc}{E} \quad (E: \text{Gesamtenergie} \approx \text{kinetische Energie}).$$

c) Stellen Sie Wellenlänge über Energie graphisch dar, und zwar für Photonen mit Energien zwischen 10 eV und 10 GeV und für Elektronen mit kinetischen Energien zwischen 10 eV und 10 GeV (log-log Darstellung).

(3 Punkte)

3. Berechnen Sie (nicht-relativistisch) die de-Broglie-Wellenlänge eines thermischen Neutrons bei Zimmertemperatur (300 K) und eines C_{60} -Moleküls (Fulleren, Buckyball) mit einer Geschwindigkeit von 200 m/s .

(1 Punkte)

4. Der Abstand zweier Gitterebenen in Kaliumchlorid beträgt 3.14 \AA . Vergleichen Sie den Bragg-Winkel für Reflektion in erster Ordnung an diesen Gitterebenen für Elektronen mit 40 keV kinetischer Energie mit dem für 40 keV Photonen.

(2 Punkte)

5. Betrachten Sie einen Kristall, der sich aus der periodischen Fortsetzung der gezeigten Einheitszelle in die drei gezeigten Raumrichtungen ergibt (Bild siehe Rückseite). Skizzieren Sie drei Ebenen im Kristall, an denen Bragg-Reflektion möglich ist, und die sich im Abstand der Ebenen (d in der VL), und damit im Bragg-Winkel für gegebene Energie, unterscheiden.

(2 Punkte)

