

Experimentalphysik III, WS 05/06
Übungsblatt 4

24. Ein Atomkern hat einen Durchmesser von ungefähr 10^{-14} m. Damit ein Elektron dieselbe "Größe" wie ein Atomkern hat, muß seine de Broglie-Wellenlänge genauso groß oder kleiner sein.
- (a) Welche kinetische Energie muss ein Elektron hierfür mindestens besitzen?
- (b) Die typische Bindungsenergie von Elektronen beträgt einige eV. Erwarten Sie, dass das Elektron in der Nähe des Kerns lokalisiert ist? Begründen Sie Ihre Antwort!
25. Um ein einzelnes Atom sehen zu können, ist eine Auflösung von ca. 10^{-11} m nötig.
- (a) Wenn Elektronen benutzt werden (Elektronenmikroskop), welche kinetische Energie müssen sie mindestens besitzen?
- (b) Wenn Photonen benutzt werden sollen, welche Energie müssen die haben? Können Sie sich vorstellen, wo ein derart hochauflösendes „Licht“mikroskop gebaut werden könnte?
26. Die Geschwindigkeit eines Elektrons wurde mit einer Genauigkeit von 0.00300% zu 5×10^3 m/s gemessen. Wie klein ist die minimale Ungenauigkeit, die man bei der Bestimmung des Ortes dieses Elektrons erzielen kann?
27. Neutronen ($u = 0.400$ m/s) werden durch einen Doppelschlitz geschickt (Abstand der Schlitze 1 mm) und treffen dann auf einen 10 m entfernten Schirm.
- (a) Welche de Broglie-Wellenlänge haben die Neutronen?
- (b) Welche Entfernung zur optischen Achse besitzen das erste und das zweite Minimum?
- (c) Wenn ein Neutron den Detektor erreicht, kann man dann sagen, durch welchen Schlitz es gekommen ist?
28. Ein freies Elektron wird mit der Wellenfunktion $\psi(x) = Ae^{i(5.00 \times 10^{10} x)}$ beschrieben, wobei x in Meter angegeben ist. Bestimmen Sie die de Broglie-Wellenlänge, den Impuls und die kinetische Energie des Elektrons!
29. Für Physiker:
- (a) Zeigen Sie, dass die Frequenz ν und die Wellenlänge λ eines sich frei bewegenden Teilchens wie folgt zusammenhängen:
- $$\left(\frac{\nu}{c}\right)^2 = \frac{1}{\lambda^2} + \frac{1}{(\lambda_C)^2}.$$
- Hierbei ist $\lambda_C = h/mc$ die Compton-Wellenlänge des Teilchens.
- (b) Ist es möglich, daß ein Teilchen mit endlicher Masse und ein Photon dieselbe Wellenlänge und Frequenz haben können?
30. Es gibt verschiedene Fusionsreaktionen, die Masse direkt in Energie transformieren und die für das Leuchten von Sternen, sowie die Zerstörungskraft von Fusionsbomben verantwortlich sind. Eine solche Reaktion ist die Fusion von zwei Deuterium-Atomen (Wasserstoff mit einem Kern, der aus einem Proton und einem Neutron besteht, Ruheenergie 1876.12 MeV) zu Tritium (Wasserstoffisotop mit einem Kern aus einem Proton und zwei Neutronen, Ruheenergie 2809.43 MeV) und Wasserstoff (Ruheenergie 938.783 MeV), d.h. ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_1\text{H} + {}^1_1\text{H} + \Delta E$. Wieviel Energie ΔE wird bei einer solchen Reaktion frei?