

- a) Auf einem unbegrenzten, linearen Wellenträger werden durch die beiden Erreger E_1 und E_2 Querwellen mit der Amplitude $1,0\text{ cm}$ erzeugt, die sich mit der Geschwindigkeit 10 cm s^{-1} ausbreiten. Die beiden Erreger schwingen sinusförmig mit der Frequenz $2,5\text{ Hz}$. Der Abstand von E_1 und E_2 beträgt 12 cm . Zum Zeitpunkt $t_0 = 0\text{ s}$ bewegen sich beide mit maximaler Geschwindigkeit nach oben.
- Zeichnen Sie für $t_1 = 1,9\text{ s}$ und $t_2 = 2,0\text{ s}$ Momentbilder des Wellenträgers im Bereich zwischen E_1 und E_2 .
 - Wie groß ist die maximale Auslenkung des Wellenträgers genau in der Mitte zwischen den beiden Erregern?
 - Bestimmen Sie die maximale Geschwindigkeit und die maximale Beschleunigung des Wellenträgers an dieser Stelle. (8 VP)
- b)
 - Erläutern Sie die wesentlichen Merkmale einer stehenden Welle.
 - Beschreiben und erläutern Sie ein Experiment, bei dem stehende Wellen auftreten.
 - Erläutern Sie, wie man bei dem von Ihnen beschriebenen Experiment stehende Wellen zur Messung der Wellenlänge verwenden kann. (7 VP)
- c) Die Masse von Natriumatomen beträgt 23 u . Zwei aus Natriumatomen bestehende Wolken laufen mit einer Geschwindigkeit von jeweils $5,8 \cdot 10^{-4}\text{ m s}^{-1}$ gegeneinander. Sie überlagern sich und bilden eine „stehende Materiewelle“. Im Schattenwurf von Licht sieht man mit einem Mikroskop, dass der Abstand benachbarter Knoten $15\text{ }\mu\text{m}$ beträgt.
- Zeigen Sie, dass sich das Messergebnis mit der de-Broglie-Wellenlänge dieser Natriumatome erklären lässt.
 - Erläutern Sie die Bedeutung der Begriffe „Bäuche“ und Knoten „Knoten“ bei dieser stehenden Materiewelle.
 - Warum kann man den Effekt mit dieser Methode nicht bei Natriumatomen mit der Geschwindigkeit 580 m s^{-1} beobachten? (7 VP)
- d) Ein C_{60} -Fullerenmolekül (siehe Abb. 1) hat die Masse $1,2 \cdot 10^{-24}\text{ kg}$. Der Durchmesser beträgt ca. 1 nm . In einem Versuch werden solche „Fullerenbälle“ mit 140 m s^{-1} senkrecht auf ein Beugungsgitter mit der Gitterkonstanten 100 nm geschossen. Die Versuchsdurchführung erfolgt so, dass sich jeweils nur ein Fullerenmolekül in der Anordnung befindet. Die Fullerenmoleküle werden im Abstand $1,3\text{ m}$ vom Gitter registriert. Man erhält die in Abb. 2 dargestellte Intensitätsverteilung.
- Berechnen Sie die Lage des Maximums 1. Ordnung und vergleichen Sie diese mit ihrem Messergebnis.
- Von dem Physiker Paul Dirac stammt sinngemäß die Aussage: „Jedes Quantenobjekt interferiert mit sich selbst.“
- Nehmen Sie im Hinblick auf das Ergebnis des beschriebenen Experiments hierzu Stellung. (8 VP)

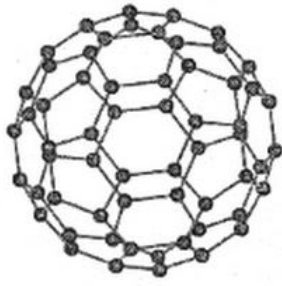


Abb. 1: Fullerenmolekül

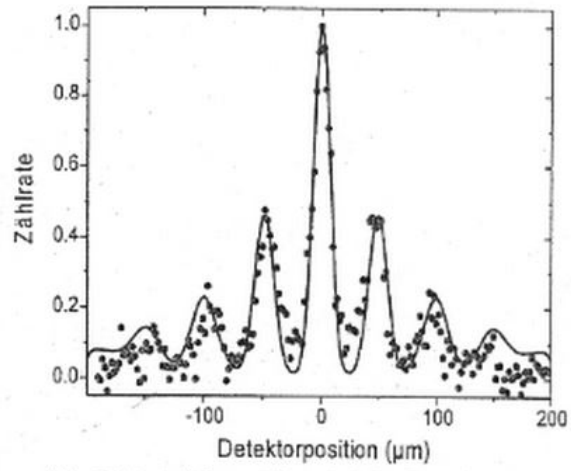


Abb. 2: Intensitätsverteilung bei der Beugung von Fullerenmolekülen am Gitter

Atomare Masseneinheit: $1 u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
 Planck'sches Wirkungsquantum $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$