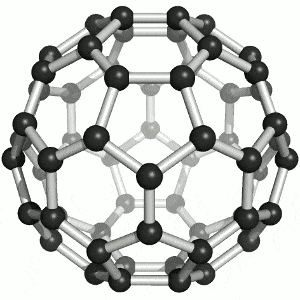
Die Arbeitsgruppe von Anton Zeilinger (Nobelpreis 2022) untersuchte in Wien 2002 das Verhalten von großen Kohlenstoffmolekülen, sogenannten Fullerene an einem Gitter. Unter anderen verwendeten sie ein C60-Molekül („Buckyball“, s. Bild rechts), bei dem man einen Durchmesser von ca, 1nm misst und das eine Masse von 720 u hat. Die Abbildung zeigt den vereinfachten Aufbau.



Modell des C60-Moleküls

Fulleren-Ofen

(900 K)

Siliziumnitrid-Gitter

Spalt zur Strahlführung

Beobachtungs-ebene

ionisierender Laserstrahl als Detektor

7 µm

1,0 m

1,2 m

Vereinfachter Aufbau

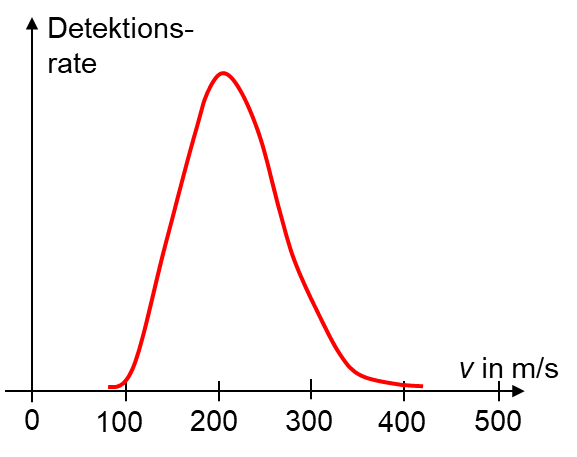
1. a) Berechnen Sie die De-Broglie-Wellenlänge.
2. Bestimmen Sie damit den Abstand zweier benachbarter Maxima.
3. Schätzen Sie begründet ab, wie breit der Laserstrahl höchstens sein darf.
4. Die Abbildung unten zeigt das Messergebnis.
5. Beurteilen Sie das Ergebnis.

Bildquellen:

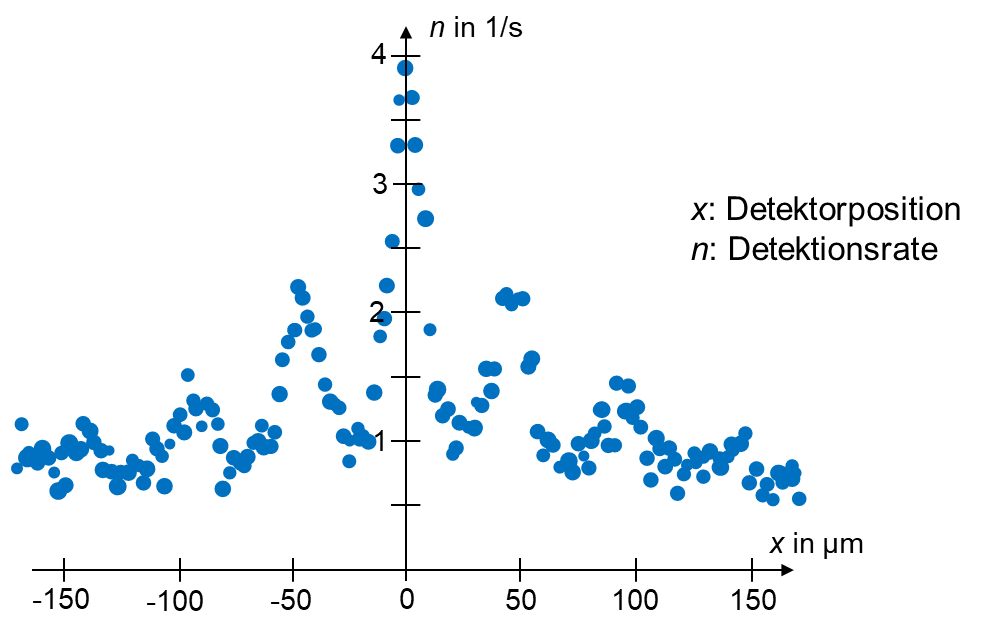
Modell des C60-Moleküls: Sponk ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Buckminsterfullerene animated.gif](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11386323)), „Buckminsterfullerene animated“, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode> (16.11.22)

vereinfachter Aufbau, Messwerte: C.-J. Pardall; Messwerte aus: O. Nairz, M. Arndt, A. Zeilinger: Quantum interference experiments with large molecules. American Journal of Physics 71, 319 (2003); doi: [10.1119/1.1531580](https://doi.org/10.1119/1.1531580) (16.11.22)

1. Ein Bild, das Licht, dunkel, Nacht enthält.

   Automatisch generierte BeschreibungVergleichen Sie mit den Ergebnissen anderer Interferenzexperimente.
2. Diskutieren Sie, welche Ursachen die Abweichungen haben könnten.
3. Die Abbildung zeigt die Geschwindigkeitsverteilung der C60-Moleküle.
4. Erklären Sie, warum diese Geschwindigkeitsverteilung das Interferenzmuster teilweise „verschwinden“ lässt.

Ein verbesserter Aufbau führt zu den darunter dargestellten Messwerten.

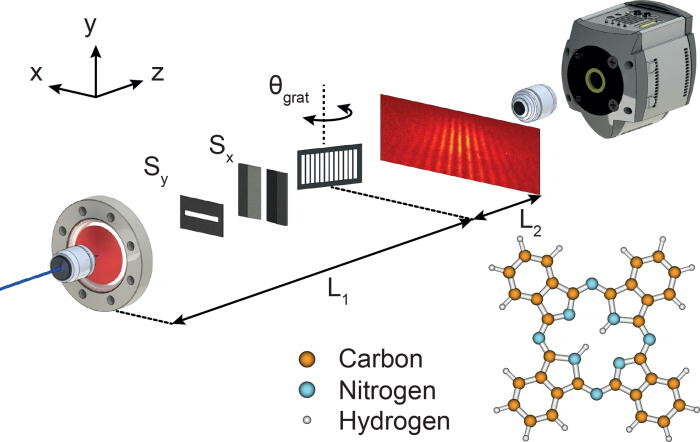
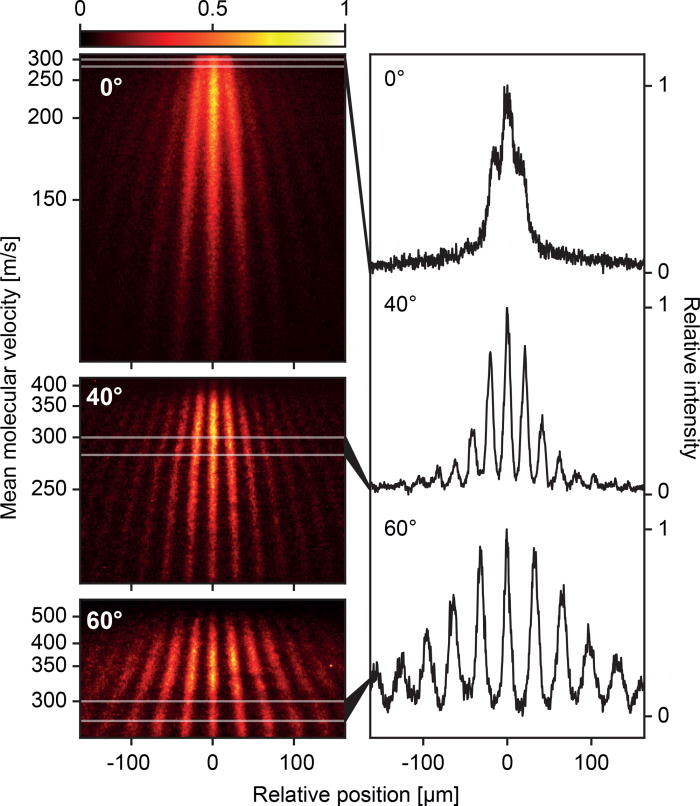
1. Bestimmen Sie aus der Intensitätsverteilung   
   die Geschwindigkeit der C60-Moleküle.
2. Ben fragt: „Wenn der Durchmesser eines C60-Moleküls etwa 1 nm ist, woher weiß es dann, dass es durch ein Gitter fliegt?“ Antworten Sie ihm.

Bildquellen:

Geschwindigkeitsverteilung, Messwerte: C.-J. Pardall; Messwerte aus: O. Nairz, M. Arndt, A. Zeilinger: Quantum interference experiments with large molecules. American Journal of Physics 71, 319 (2003); doi: [10.1119/1.1531580](https://doi.org/10.1119/1.1531580) (16.11.22)

C. Brand, S. Troyer, C. Knobloch et al.: Single-, double-, and triple-slit diffraction of molecular matter waves. American Journal of Physics 89, 1132 (2021); doi: [10.1119/5.0058805](https://doi.org/10.1119/5.0058805) (16.11.22), [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de)

1. Eine weitere Arbeitsgruppe aus Wien untersuchte 2021 die Beugung an einem drehbaren Gitter bei dem Farbstoff Phthalocyanin (*m* = 515 u).



1. Beschreiben Sie den Versuchsaufbau und die Intensitätsverteilungen. Gehen Sie auf den Drehwinkel ein.
2. Erklären Sie, warum die Maxima im Interferenzmuster im unteren Teil des Schirms weiter auseinander liegen.