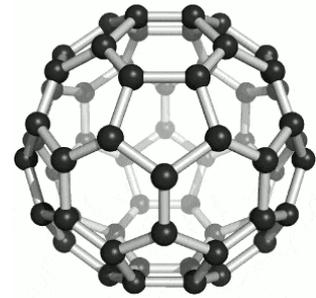
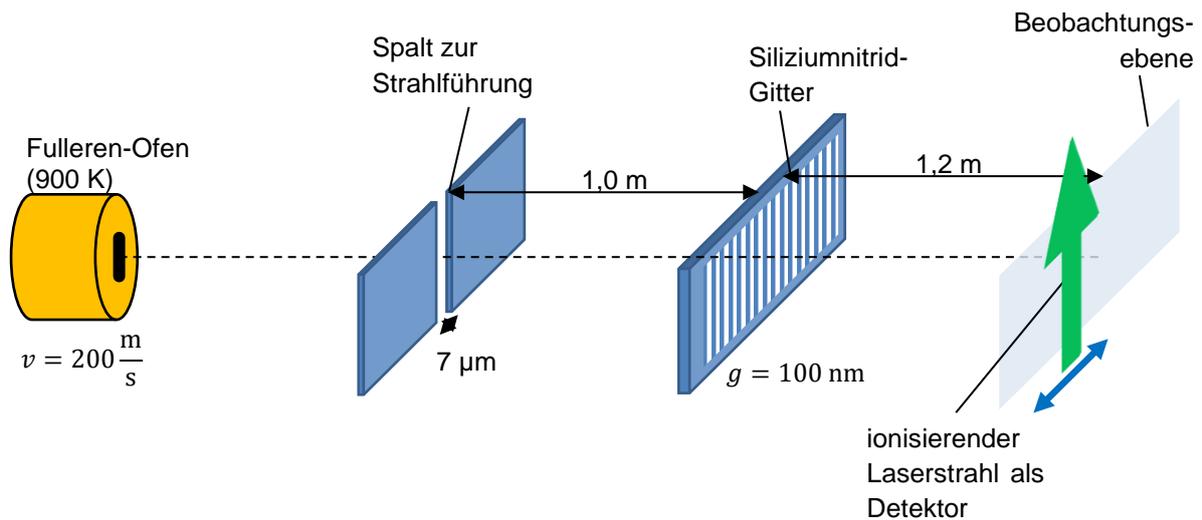


Weitere Quantenobjekte

Die Arbeitsgruppe von Anton Zeilinger (Nobelpreis 2022) untersuchte in Wien 2002 das Verhalten von großen Kohlenstoffmolekülen, sogenannten Fullerenen an einem Gitter. Unter anderen verwendeten sie ein C_{60} -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.

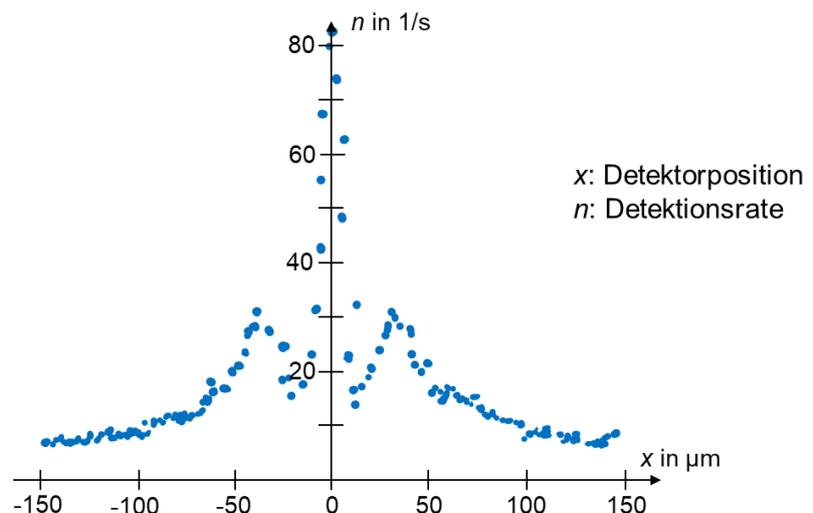


Modell des C_{60} -Moleküls



Vereinfachter Aufbau

1. a) Berechnen Sie die De-Broglie-Wellenlänge.
 b) Bestimmen Sie damit den Abstand zweier benachbarter Maxima.
 c) Schätzen Sie begründet ab, wie breit der Laserstrahl höchstens sein darf.
2. Die Abbildung unten zeigt das Messergebnis.
 a) Beurteilen Sie das Ergebnis.
 b) Vergleichen Sie mit den Ergebnissen anderer Interferenzexperimente.
 c) Diskutieren Sie, welche Ursachen die Abweichungen haben könnten.



Bildquellen:

Modell des C_{60} -Moleküls: Sponk (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Buckminsterfullerene_animated.gif), „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)

Weitere Quantenobjekte

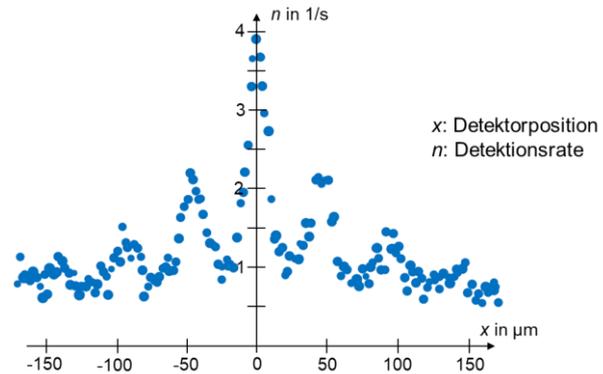
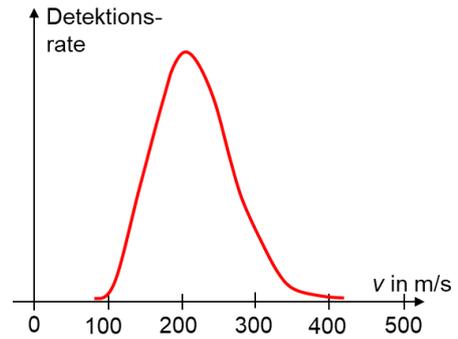
3. Die Abbildung zeigt die Geschwindigkeitsverteilung der C_{60} -Moleküle.

a) Erklären Sie, warum diese Geschwindigkeitsverteilung das Interferenzmuster teilweise „verschwinden“ lässt.

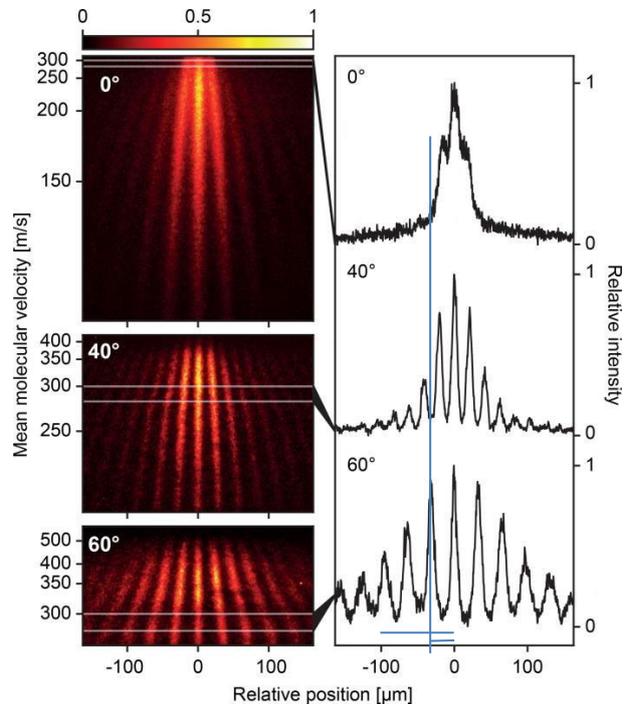
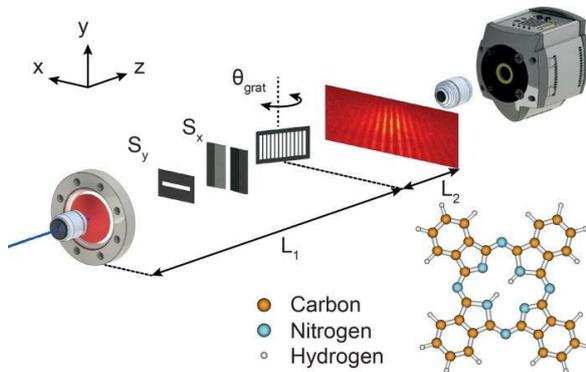
Ein verbesserter Aufbau führt zu den darunter dargestellten Messwerten.

b) Bestimmen Sie aus der Intensitätsverteilung die Geschwindigkeit der C_{60} -Moleküle.

c) Ben fragt: „Wenn der Durchmesser eines C_{60} -Moleküls etwa 1 nm ist, woher weiß es dann, dass es durch ein Gitter fliegt?“ Antworten Sie ihm.



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



a) Beschreiben Sie den Versuchsaufbau und die Intensitätsverteilungen. Gehen Sie auf den Drehwinkel ein.

b) Erklären Sie, warum die Maxima im Interferenzmuster im unteren Teil des Schirms weiter auseinander liegen.

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/)