

LT 2 Neues aus der Quantenphysik

Time: Friday 13:30–16:30

Room: HSZ 02

LT 2.1 Fri 13:30 HSZ 02

Quantenexperimente mit massiven Molekülen: Die Suche nach den Grenzen und dem Nutzen des Welle-Teilchen-Dualismus —
 ●MARKUS ARNDT — Institut für Experimentalphysik Universität Wien

Das Konzept von Materiewellen ist so alt wie die Quantentheorie selber und Materiewellen aus Elektronen oder Neutronen sind heute Standardwerkzeuge der Festkörperphysik. Doch trotz seines großen Erfolges steht das Konzept "Materiewelle" im Konflikt zu unserem naiven Verständnis von Realität und unserer Erfahrung von Lokalität in der klassischen Welt. Wir werden die Seltsamkeiten der Quantenphysik an einigen Gedankenbeispielen illustrieren und dann eine Reihe von neueren Experimenten diskutieren, die den Übergang von der Quantenwelt in die klassische (Alltags-) Physik untersuchen. Dazu werden in Wien Quantenexperimente mit großen Molekülen durchgeführt, in denen die Masse und die Zahl der inneren Freiheitsgrade der interferierenden Teilchen stetig vergrößert wird. Wir werden vor allem die technischen Herausforderungen und realen Chancen auf dem Weg zur Interferometrie mit Makromolekülen erörtern. In diesen Versuchen können nun auch Mechanismen eingeführt werden, welche die Moleküle unter kontrollierten - und unserem Alltag ähnlichen - Bedingungen an ihre Umgebung koppeln. Diese Kopplung an die Umgebung führt zu einem Verlust der molekularen Kohärenz und zu einer Reduktion der Sichtbarkeit der Quantennatur in der Molekülinterferometrie. Man kann so auf einfache Weise zeigen, wie Quanteneffekte (die Kopplung an die Umgebung) dazu führen, dass andere Quantenphänomene (Materieinterferenz) unter bestimmten (und alltagsrelevanten) Bedingungen nicht mehr beobachtbar sind. Die Molekülinterferometrie dient so vor allem der Demonstration grundlegender physikalischer Phänomene. Sie eröffnet aber auch interessante Perspektiven für die Deposition von molekularen Nanostrukturen (Nanolithografie) oder für Präzisionsmessungen an grossen Molekülen (Metrologie), die ebenfalls kurz erläutert werden.

LT 2.2 Fri 14:30 HSZ 02

Elektronenwellen, Elektronenmikroskopie und -holographie —
 ●HANNES LICHTER — Institut für Strukturphysik Technische Universität Dresden

Die Materiewellen von Elektronen sind experimentell in vielfältiger Weise untersucht, und ihre Eigenschaften sind im Wesentlichen verstanden. Ihre Phasenschiebung durch elektrische und magnetische Felder ist die Grundlage für ihre Anwendung zur Charakterisierung mittels elektronenmikroskopischer Methoden. Die hervorragenden Grenzleistungen moderner Elektronenmikroskope bei Abbildung atomarer Strukturen erlauben aber nur bedingt, auch diese Felder unverfälscht abzubilden. Das gelingt nur mittels holographischer Abbildung der kompletten Elektronenwelle und quantitativer Auswertung des Phasenbildes des Objekts. Zur Aufnahme eines Hologramms wird der Objektwelle eine kohärente ebene Referenzwelle überlagert, so dass ein Interferenzmuster (Hologramm) entsteht. Durch wellenoptische Auswertung können daraus (fast) alle interessierenden Strukturanteile des Objekts bis in atomare Feinheiten bestimmt werden.

LT 2.3 Fri 15:30 HSZ 02

Die Physik der Bose-Einstein-Kondensate — ●JOACHIM BRAND
 — Max Planck Institute for the Physics of Complex Systems Dresden

Neben Festkörpern, Gasen, Flüssigkeiten und Plasmen sind Bose-Einstein-Kondensate der fünfte bekannte Aggregatzustand, der nur bei extrem tiefen Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt erreicht werden kann. Die einzelnen Atome verlieren dabei ihre Identität und verhalten sich völlig synchron, während sie einen gemeinsamen Quantenzustand bevölkern. Zur Herstellung eines Bose-Einstein-Kondensates wird zunächst eine Gaswolke mit Laserlicht auf Temperaturen abgekühlt, die zu den tiefsten im Universum auftretenden Temperaturen gehören. Die Experimente bestätigen dabei eindrucksvoll die Gesetze der Quantenstatistik. Im Zusammenwirken von Experimentatoren und Theoretikern werden zur Zeit weitere erstaunliche Eigenschaften wie Superfluidität und nichtlineare Wellenerscheinungen in Bose-Einstein-Kondensaten erforscht. Der Vortrag wird auf die Bedeutung der ultrakalten Quantengase zum Verständnis der Quantentheorie und die Perspektiven ihrer Erforschung eingehen. Neben möglichen technologischen Anwendungen wie der hochpräzisen Materiewelleninterferometrie werden auch aktuelle Themen der Grundlagenforschung wie die Erzeugung superfluider Fermi-Gase und

hochkorrelierter Gase in optischen Gitterstrukturen zur Sprache kommen.