

## Een cruciale ontdekking onthult een nieuwe methode om elektronen in beweging te observeren en de elektronische coherentie in geavanceerde materialen te visualiseren.

11 maart 2025 – bron meneerfaes.nl



De structuur van materie fascineert wetenschappers al eeuwen. Het observeren van bewegende elektronen, die kleine deeltjes die verantwoordelijk zijn voor elektriciteit en chemie, is echter een enorme uitdaging vanwege hun ongelooflijke snelheid. **Nu heeft een team onderzoekers van de Universiteit van Californië in San Diego een cruciale doorbraak op dit gebied bereikt.** Dankzij een innovatieve methode op basis van spiraalvormige elektronenbundels hebben ze een manier gevonden om deze bewegingen met ongekennde precisie te visualiseren.

**Deze bevinding, gepubliceerd in het tijdschrift *Physical Review Letters*, beschrijft een nieuwe experimentele benadering die ultrasnelle vortex elektronendiffractie wordt genoemd.** Met deze methode kan de coherente dynamica van elektronen worden geïsoleerd, wat nieuwe mogelijkheden biedt voor het begrijpen van fundamentele kwantumprocessen. Volgens het onderzoek verbetert deze techniek niet alleen de observatie van elektronen, maar kan het ook leiden tot vooruitgang in de controle van chemische reacties op atomair niveau.

## De noodzaak om het onzichtbare te zien

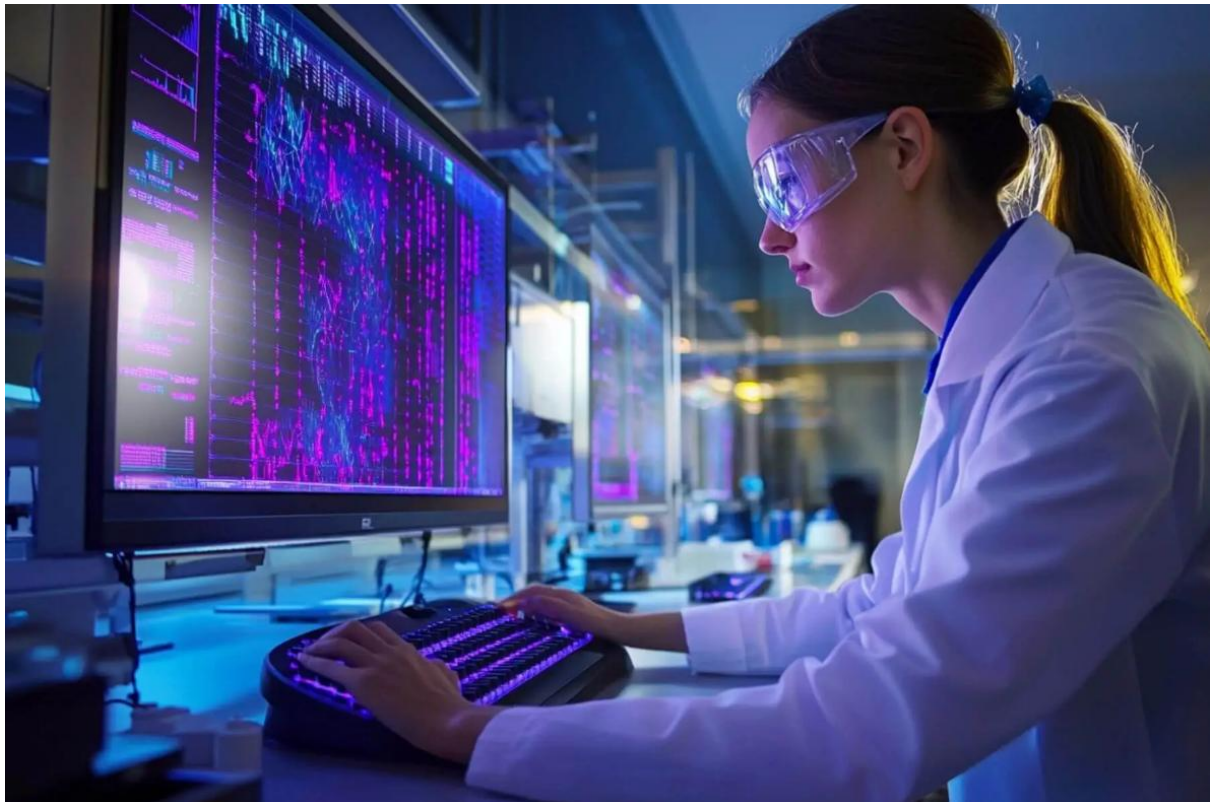
Een van de grootste uitdagingen in de kwantumfysica is de directe waarneming van elektronen in moleculen. **Elektronen bewegen op ongelooflijk korte tijdschalen, in de orde van attoseconden (een attoseconde is een triljoenste van een seconde).** Deze extreme snelheid heeft het moeilijk gemaakt om technieken te ontwikkelen die hun gedrag in realtime kunnen vastleggen.



De nieuwe methode die is voorgesteld door de onderzoekers van UC San Diego pakt dit probleem aan door gebruik te maken van elektronenbundels in een spiraalvormige beweging. **Met deze strategie kan de baan van de elektronen nauwkeurig worden gevolgd in zowel ruimte als tijd.** Hierdoor kunnen wetenschappers observeren hoe deze deeltjes zich gedragen binnen moleculen, wat cruciale informatie oplevert over processen zoals energieoverdracht en elektronische interactie in geavanceerde materialen.

## De kracht van een spiraalvormige straal

Het sleutelprincipe achter deze techniek is het gebruik van elektronen die spiraalsgewijs bewegen. **Dankzij dit spiraalgedrag kunnen wetenschappers de beweging van de elektronen met een uitzonderlijke gevoeligheid volgen.** Volgens de onderzoekers is deze methode vooral nuttig voor het detecteren van *elektronische coherentie*, een kwantumverschijnsel waarbij elektronen op een gesynchroniseerde en geordende manier bewegen.



Het probleem bij veel eerdere onderzoeken was interferentie van andere elektronische processen, waardoor het moeilijk was om deze coherente bewegingen te isoleren. **Met de nieuwe benadering is het mogelijk om coherente dynamica te scheiden van andere ongewenste effecten, waardoor een duidelijker beeld ontstaat van het gedrag van elektronen.** Dit vermogen zou de sleutel kunnen zijn tot toekomstige vooruitgang in nanotechnologie en de ontwikkeling van nieuwe kwantummaterialen.

## Implicaties voor chemie en kwantumtechnologie

De mogelijkheid om elektronische bewegingen te visualiseren en te controleren heeft ingrijpende gevolgen op verschillende gebieden. **Een van de langetermijndoelen van scheikunde en kwantumfysica is om chemische reacties op atomair niveau te beheersen.** Deze nieuwe techniek kan ons dichterbij dat doel brengen, doordat we de elektronische toestanden van moleculen nauwkeuriger kunnen manipuleren.



Bovendien zou deze methode een revolutie teweeg kunnen brengen in het ontwerp van materialen met geavanceerde elektronische eigenschappen. **Kwantummaterialen, zoals supergeleiders of topologische isolatoren, zijn afhankelijk van complexe elektronische interacties.**

Inzicht in deze processen op een fundamenteel niveau kan helpen om hun prestaties te verbeteren en nieuwe technologische toepassingen te ontwikkelen.

## **Naar meer controle over kwantumprocessen**

Een van de meest veelbelovende aspecten van deze ontdekking is het potentieel voor het beheersen van kwantumprocessen. **In het onderzoek beweren de onderzoekers dat deze techniek “een uitzonderlijke gevoeligheid voor elektronische coherenties” heeft,** waardoor het een krachtig hulpmiddel is voor het visualiseren van ultrasnelle verschijnselen.

Dit betekent dat wetenschappers in de toekomst het gedrag van elektronen in complexe systemen niet alleen zouden kunnen observeren, maar ook manipuleren. **Van het verbeteren van de efficiëntie van zonnecellen tot het bevorderen van quantumcomputing, de potentiële toepassingen van deze techniek zijn talrijk en veelbelovend.**

Bron: <https://meneerfaes.nl/een-cruciale-ontdekking-onthult-een-nieuwe-methode-om-elektronen-in-beweging-te-observeren-en-de-elektronische-coherentie-in-geavanceerde-materialen-te-visualiseren/>