

Is dit het eerste natuurkundige raadsel dat de quantumcomputer gaat oplossen?



Theoretisch natuurkundige Joris Kattemölle (CWI/QuSoft) doet in zijn proefschrift een voorstel voor een natuurkundig probleem dat quantumcomputers als eerste zouden kunnen gaan oplossen. Het probleem is niet op te lossen door een klassieke computer. Een quantumcomputer met zo'n honderd quantumbits kan dat wel. Kattemölle promoveerde afgelopen woensdag aan de Universiteit van Amsterdam (UvA) op zijn proefschrift 'Many-body physics meets quantum computation'.

Een quantumcomputer kan rekenproblemen oplossen die een klassieke computer van zijn levensdagen niet kan berekenen. Huidige quantumcomputers bestaan alleen nog maar in enkele grote onderzoekslabs in de wereld en tellen hoogstens enkele tientallen quantumbits, de elementaire rekeneenheden van de revolutionaire nieuwe computer. In 2019 demonstreerde Google een quantumcomputer bestaande uit 53 quantumbits die een probleem oploste dat een klassieke computer niet kan oplossen. Dat werd wereldnieuws, ondanks dat het om een speelgoedprobleem zonder toepassingen ging.

Theoretisch natuurkundige Joris Kattemölle heeft in zijn proefschrift een probleem beschreven dat voor natuurkundigen interessant is om op te lossen, niet oplosbaar is door een klassieke computer maar wel met 'slechts' zo'n honderd quantumbits. En een quantumcomputer bestaande uit honderd quantumbits is al in zicht.

Het probleem dat Kattemölle voorstelt, heet het kagome-rooster (*kagome* is een Japans woord voor een bepaald weefpatroon dat er precies zo uitziet als het rooster). Wie dit rooster weet na te bootsen op een computer kan nieuwe inzichten krijgen in het gedrag van vaste stoffen die in de natuur voorkomen. Zo beschrijft het kagome-rooster de magnetische eigenschappen van het mineraal Herbertsmithiet, een mineraal dat in 1972 in Chili werd ontdekt door Herbert Smith. Het mineraal kent geen specifieke toepassingen maar is voor natuurkundigen een interessant studieobject om alle mogelijke gedragingen van atomen en moleculen in vaste stoffen te begrijpen.

Het spannendste van het kagome-rooster is dat het een veelbelovende kandidaat is om te kunnen bewijzen dat er een nieuwe soort magnetisme bestaat: een *quantum spin liquid* (een nieuw soort wanordelijke magnetische toestand waarin er geen orde zit in de richting van de elementaire magneetjes, zoals dat bijvoorbeeld wel het geval is bij een ferromagneet, waar alle magneetjes dezelfde kant op wijzen). Natuurkundigen denken dat dat bestaat, maar hebben dat nog nooit bewezen of experimenteel gevonden. Kattemölle heeft in zijn proefschrift aangetoond dat het kagome-probleem precies de juiste eigenschappen heeft die het zeer geschikt maken om opgelost te worden met een quantumcomputer.

De rode draad in het proefschrift van Kattemölle is de wisselwerking tussen de veeldeeltjesfysica (die bijvoorbeeld verklaart waarom elektrische geleiding pas bij vele elektronen ontstaat en niet bij één enkel elektron) en de quantumcomputer. Een veeldeeltjesprobleem dat volgens sommige natuurkundigen een praktische belemmering voor de bouw van een quantumcomputer vormt, is super-ruis.

Super-ruis is het fenomeen dat de ruis van alle qubits bij elkaar groter is dan de som van de ruis van alle individuele qubits. Kattemölle in zijn proefschrift, naast het werk aan het kagome-rooster, ook nog aangetoond dat deze super-ruis geen praktisch probleem vormt voor de bouw van een toekomstige quantumcomputer.

Meer informatie

- Het onderzoek is uitgevoerd aan het Instituut voor Theoretische Fysica van de Universiteit van Amsterdam (UvA), en de [Algorithms and Complexity groep](#) van het Centrum Wiskunde & Informatica (CWI), Amsterdam. Het werd mogelijk gemaakt door een subsidie van de Universiteit van Amsterdam, ter ondersteuning van QuSoft en het onderzoeksprioriteitgebied 'Quantum Matter & Quantum Information'.
- De promotie vond plaats op woensdag 30 juni 2021 aan de Universiteit van Amsterdam (UvA). Promotor: Prof. dr. C.J.M. Schoutens (UvA), co-promotor: dr. J. Van Wezel (UvA).
- Proefschrift Joris Kattemölle: [Many-body physics meets quantum computation](#)
- [Personal website Joris Kattemölle](#)