



K O N I N K L I J K E N E D E R L A N D S E  
A K A D E M I E V A N W E T E N S C H A P P E N

**LAUDATIO CHRISTIAAN HUYGENS WETENSCHAPSPRIJS 2011, UIT TE SPREKEN  
DOOR CARLO BEENAKKER, VOORZITTER VAN DE JURY, OP 13 OKTOBER 2011**

De winnaar van de Christiaan Huygens Wetenschapsprijs 2011 is **Frank Koppens**, voor het proefschrift *Coherence and control of a single electron spin in a quantum dot*. Dit proefschrift is door de jury geselecteerd vanwege de impact van de gerapporteerde doorbraak (jaarlijks meer dan honderd citaties), die het mogelijk maakt om de spin van een elektron op eenzelfde precieze wijze te controleren als de lading.

Koppens is er in geslaagd het tolleren van een enkel elektron te controleren zonder de fase-informatie te verliezen. Controle over de lading van een enkel elektron was reeds eerder bereikt, maar het tolleren (de “spin”) bleek lastig te controleren. In de huidige elektronica is alleen de lading van belang. Deze gedraagt zich volgens de wetten van de klassieke mechanica. De spin volgt andere wetten, die van de quantummechanica, met als merkwaardige consequentie dat hetzelfde elektron gelijktijdig linksom en rechtsom kan tolleren. Dit is één reden waarom controle over de spin zo lastig is. Een andere reden is dat de kracht op een spin magnetisch van aard is, en die kracht is veel zwakker dan de elektrische kracht waarmee je lading kunt controleren. Koppens heeft gebruik gemaakt van oscillerende magneetvelden, resonant met de precessiefrequentie van de elektronspin, om de draairichting van een enkel elektron om te keren. De fase-informatie (coherentie) van de spin bleef daarbij volledig behouden. Deze techniek was de laatst ontbrekende bouwsteen in één van de meest kansrijke ontwerpen van een quantumcomputer.

De quantumcomputer bestaat nog niet, het onderzoek richt zich op de bouwstenen. De onderzoeksgroep van de hoogleraren Vandersypen en Kouwenhoven aan het Kavli Instituut van de Technische Universiteit Delft loopt voorop in het ontwikkelen van deze bouwstenen. Het is om die reden dat een bedrijf als Microsoft het onderzoek aan het Kavli Instituut ondersteunt. Als de quantumcomputer er straks is, dan zou diens rekenkracht zich verhouden tot een gewone computer als de gewone computer zich verhoudt tot een telraam. Dit is mogelijk, juist omdat de elektronspin zo ongrijpbaar is — de draairichting waarin het elektron rondtolt kan tegelijkertijd linksom en rechtsom zijn. Als linksom een 0 voorstelt en rechtsom een 1, dan is de elektronspin dus zowel 0 als 1, tegelijkertijd. Men spreekt van een “quantumbit”.

Met deze quantumlogica weet mijn klassieke logica geen raad, maar onze laureaat heeft daar kennelijk geen moeite mee. Om een quantumbit te maken wordt een elektron in een halfgeleidermateriaal opgesloten in een quantum dot, een soort elektrische val voor het elektron. In 2004 waren de Delftse onderzoekers er al in geslaagd om een enkel elektron op te sluiten en de richting van zijn spin uit te lezen. Het jaar daarop slaagde een groep in Harvard erin om de verstregeling (de quantummechanische koppeling) van twee elektronen onder controle te krijgen.



K O N I N K L I J K E N E D E R L A N D S E  
A K A D E M I E V A N W E T E N S C H A P P E N

Dat waren de eerste twee bouwstenen. De laatste bouwsteen voor een echte quantumbit, namelijk de mogelijkheid een enkele elektronspin te kunnen draaien, bleef echter lang onbereikbaar. De draaiing van de spin wordt namelijk gerealiseerd door een zeer snel variërend magnetisch veld gedurende enkele miljardsten van een seconde aan en uit te schakelen. De verstoringe bijeffecten van een lokaal opgewekt magnetisch veld maakten het lastig om het elektron tegelijkertijd te draaien en toch gevangen te houden.

Frank Koppens en zijn collega-onderzoekers in het team van Vandersypen, hebben deze verstoringen weten te omzeilen door naast het elektron nog een tweede elektron op te sluiten en dit te gebruiken voor de uitlezing van de spinrichting van het eerste elektron. Een basisprincipe van de quantummechanica zegt namelijk dat twee elektronen met gelijkgerichte spins niet bij elkaar kunnen verblijven en twee elektronen met verschillend gerichte spins wel. Door steeds na de draaiing van de spin te kijken of twee elektronen die zijn opgesloten in twee naburige quantum dots bij elkaar kunnen verblijven of niet, kan worden bepaald of de spinrichting is gewijzigd.

Zeer gewaardeerde laureaat. Uw proefschrift getuigt van een grote vasthoudendheid, gecombineerd met originele inzichten hoe uit een impasse te komen. Ik zie een onderzoeker die zich vastbijt in een probleem waar voorgangers op stukgelopen zijn. We mogen nog veel verwachten van zo'n bijzonder talent. Na uw promotie in 2007 heeft u ervoor gekozen om in een heel ander vakgebied te gaan werken en in een heel andere omgeving. U bent na een postdoctorale periode in Harvard groepsleider geworden op het Institute for Photonic Sciences in Barcelona, waar u onderzoek doet aan de optische eigenschappen van grafen. Ik weet dat er ook vanuit Nederland hard aan u getrokken is, en wie weet zult u eens weer in uw vaderland terugkeren.

Vandaag wordt u gelauwerd uit naam van een Nederlandse wetenschapper, die net als u, heel Europa tot zijn werkterrein rekende. Christiaan Huygens wordt beschouwd als de eerste theoretische natuurkundige, omdat hij wiskundige formules gebruikte om zijn inzichten vorm te geven. (Denk aan de formule van Huygens voor de middelpuntvliedende kracht, of aan diens slingerformule.) Maar hij was evenzeer een kundig experimentator, die zich vele jaren lang in het probleem van een nauwkeurig slingeruurwerk kon vastbijten. De logica van een quantumbit zou Huygens ongetwijfeld bizar zijn voorgekomen, maar uw vasthoudendheid en vernuft zou hij zeer zeker hebben gewaardeerd. U bent een waardig ontvanger van de Christiaan Huygens Wetenschapsprijs. Namens mijn collega juryleden wil ik u van harte met deze onderscheiding geluk wensen.