



Sammanflätade kvanttillstånd från teori till teknologi

Alain Aspect, John Clauser och Anton Zeilinger har var och en gjort banbrytande experiment med sammanflätade kvanttillstånd. I ett sådant tillstånd hör två partiklar ihop i en enhet även när de är separerade. Med sina resultat har de banat väg för ny teknologi byggd på kvantinformation.

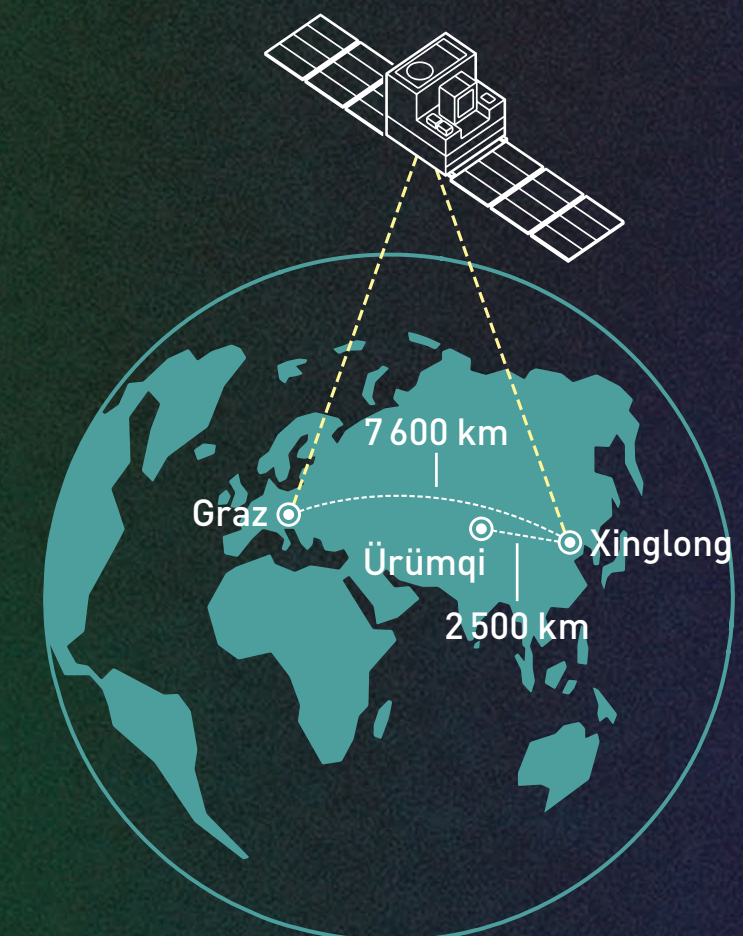
I dag finns ett stort forskningsfält som handlar om bland annat kvantdatorer, kvantnätverk och avlyssningssäker kvantkrypterad kommunikation. Några av de viktiga genombrott som ligger bakom denna utveckling har gjorts av årets Nobelpristagare i fysik. Alla tre har använt sig av ett viktigt fenomen i kvantmekaniken som kallas för sammanflätning. Sammanflätade partiklar har gemensamma kvantegenskaper. Kvantmekaniken säger att partiklar kan ha odefinierade egenskaper före en mätning. I stället för en bestämd egenskap har de då en blandning av olika möjligheter, var och en med en viss sannolikhet att visa sig i en mätning. Efter mätningen finns bara en av möjligheterna kvar. Sammanflätade fotoner (ljuspartiklar) kan till exempel vara polariserade parallellt med varandra, även om det inte är klart i vilken riktning polariseringen är orienterad förrän en mätning görs. Att mäta på den ena fotonen i ett sådant sammanflätat par avgör i vilket plan den är polariserad. På samma gång avgörs resultatet av en mätning på den andra partikeln, även om den befinner sig hundratals kilometer bort.

Bells olikhet
John Bell formulerade en matematisk olikhet som gäller för sambandet mellan resultaten av en serie upprepade experiment om det finns dolda variabler. Kvantmekaniken tillåter däremot resultat som bryter mot olikheten.

Kvantmekaniken stämmer
John Clauser använde kalciumatomer som kunde sända ut sammanflätade fotoner efter att han hade lyst på dem med en speciell sorts ljus. Han placerade ett filter på varje sida för att mäta fotonernas polarisering, med olika vinklar på filtren på vardera sidan. Efter en serie mätningar kunde han visa att resultaten bröt mot Bells olikhet men stämde med kvantmekaniken.

Hör ihop på avstånd
Två partiklar kan bli sammanflätade till exempel genom att de har uppstått tillsammans, i en reaktion som gett dem en gemensam kvantegenskap. De delar egenskapen mellan sig och är på så sätt en enhet som hänger ihop även om de skickas åt varsitt håll.

Kommunikation och kryptering
Anton Zeilinger har gjort många experiment med att skicka sammanflätade kvanttillstånd över stora avstånd. Detta kan användas för avlyssningssäker kommunikation med kvantkryptering. 2017 genomförde Anton Zeilingers forskargrupp ett kvantkrypterat videosamtal med en kinesisk forskargrupp, där krypteringsnyckeln hade skapats via den kinesiska satelliten Micius.



Ett kryphått stängs
Alain Aspect utvecklade experimentet. Han använde ett nytt sätt att stimulera atomerna, så att de sände ut sammanflätade fotoner i högre takt. Han kunde också växla mellan olika inställningar, för att det inte skulle finnas någon förhandsinformation i systemet som kunde påverka utfallet och imitera resultatet som förutsågs av kvantmekaniken.

Alain Aspect
Född 1947 i Agen, Frankrike. Professor vid Institut d'Optique Graduate School – Université Paris-Saclay och École Polytechnique, Palaiseau, Frankrike.

John F. Clauser
Född 1942 i Pasadena, CA, USA. Research Physicist, J.F. Clauser & Assoc., Walnut Creek, CA, USA.

Anton Zeilinger
Född 1945 i Ried im Innkreis, Österrike. Professor Emeritus vid Universität Wien, Österrike, och Senior Scientist vid Österreichische Akademie der Wissenschaften.

