

Är det möjligt att sammanfläta partiklar i ett nano-system?

Kvantsammanflätning av partiklar är en effekt som har förbryllat många fysiker genom tiderna. Detta gäller inte minst Albert Einstein som, tillsammans med Boris Podolsky och Nathan Rosen, skrev en artikel 1935 där trion argumenterade att kvantfysiken var inkorrekt på grund av beteendet som följer av kvantsammanflätning. Sedan dess har mycket hänt; kvantsammanflätning har påvisats experimentellt och framtidens teknologi förväntas delvis vara baserad på just denna effekt, bl.a. kvantdatorer och kvantkommunikation. Numera är inte längre den stora frågan “är kvantsammanflätning verklig”, utan istället “hur kan vi producera sammanflätade partiklar effektivt?”. Och hur små kan vi egentligen göra dessa “kvantsammanflätare”?

Kvantfysiken är en av de bästa modellerna vi har av hur universum fungerar. På de allra minsta längdskalorna kan den, till otrolig noggrannhet, förutspå hur elementarpartiklar och atomer interagerar och beter sig. Den är även en viktig del av kemiska modeller, eftersom kemiska bindningar och reaktioner ofta följer de kvantmekaniska lagarna. Det är ingen underskattning att påstå att kvantfysiken har revolutionerat fysiken sedan teorins början under första hälften av 1900-talet. Men utöver att beskriva fysiska reaktioner mer exakt, har kvantfysiken även förutspått helt nya effekter och interaktioner mellan partiklar. En av dessa effekter är kvantsammanflätning.

Sammanflätade partiklar är partiklar som är kopplade tillsammans på ett väldigt specifikt, kvantmekaniskt sätt. Detta innebär att när två sammanflätade partiklar separeras och tas till olika platser, säg New York och London, kan de fortfarande påverka varandra. I vissa fall kan ändringar av partikeln i New York, såsom rotationer, leda till att partikeln i London också roteras. Denna påverkan händer utan någon fördröjning. Tyvärr är kvantsammanflätning väldigt ömtålig, därför är det med dagens metoder mycket svårt att separera partiklarna över sådana avstånd. Tillämpningar utnyttjar istället effekten över korta distanser, bl.a. i kvantdatorer.

I detta kandidatarbete studeras ett specifikt nanosystem. I detta system förflyttar sig elektroner från ena sidan till den andra. Förflyttningarna drivs av antingen en temperaturskillnad eller en elektrisk spänning applicerad över systemet. Förflyttningarna ger upphov till kvantsammanflätningar i systemet, och det är mängden kvantsammanflätningar som presenteras som arbetets huvudsakliga resultat. Resultatet kan bl.a. vara intressant för konstruktionen av framtidens kvantsammanflätare, d.v.s. de system som används för att producera sammanflätade partiklar. Resultatet kan även vara intressant för utformningen av andra nanomaskiner, såsom nanomotorer.