

## ”Kvantfysik” som verklighetsflykt

I slutet av 1800-talet avråddes vetgiriga studenter från att ägna sig åt fysik. Den ansågs färdigutforskad så när som på några decimaler. Sedan kom de två största revolutionerna i fysikens historia, Einsteins relativitetsteori och kvantfysiken. Dessa har radikalt ändrat vår syn på verkligheten och vi har fått överge en enkel mekanistisk syn där allt bestod av atomer som små kulor och styrdes av lagar som kunde förutsäga allt. Man kände också till vanliga vågor som vattenvågor samt ljud och även ljus som elektromagnetisk våg. Men att man gör nya radikala upptäckter då man undersöker helt nya områden är i sig inget att förvånas över.

Om vi tänker oss att vi i ett hus gått igenom 99 rum där alla hade blåa tapeter och står inför dörren till det 100-ade rummet kan vi faktiskt inte veta något om hur det ser ut i detta rum. Det kan vara tapeter som är blåa eller vilken annan färg som helst, eller målat eller inget rum alls, om dörren bara var en blinddörr.

Einstein relativitetsteori visade att rum och tid hängde ihop på ett helt nytt sätt och att kroppar krymper i längsriktningen och tiden går saktare vid rörelse. Olika personer i rörelse mäter olika längd och tid, rum och tid är relativa. Men det märks först vid höga hastigheter som närmar sig ljusets svindlande fart 300 000 km/s, dvs 7,5 varv runt jordens omkrets på en sekund. Men inte allt är relativt! Einstein visade också vad som var absolut, nämligen rumtiden och mätningar i rumtiden gav samma resultat för alla vilket pekar på en underliggande objektiv verklighet. Man kan jämföra med att vi i huset skulle se olika färger och rummen skulle bli kortare och att klockorna skulle visa olika tid om vi sprang fort genom rummen, men rummen skulle finnas kvar som rum. Och när vi rör oss med vardagliga hastigheter är allt som det brukar.

Men vad visar kvantmekaniken? Det har varit och är fortfarande oklart. Som matematisk teori är den exakt och alla förutsägelser av mätningar har visat sig stämma, vilket bl.a. visar sig i den moderna IT teknologin. Men vad säger den om vår verklighet? Om man åter jämför med vårt hus skulle det enligt de flesta vara ungefär vara som att det hundra rummet inte finns förrän vi tittade efter. Om kvantmekaniken skulle vara fullständiga skulle även de rum vi redan känner till bara finnas när vi tittar. Medan andra tycker det är så konstigt att de hellre tänker att det uppstår flera världar där rummen inte finns eller finns men har olika färg i olika världar. Men kan det verkligen vara så?

Ja vad ska man tro när speakern i en film från BBC med flera medverkande fysiker, säger att experiment i kvantfysiken tycks bestrida verklighetens existens?

Filmen visades i Vetenskapens Värld 19 mars och en av fysikerna redogjorde för det s.k. dubbelspalt experimentet. Det kan nog lättast förstås om man utgår från vattenvågor. Alla har sett de ringar som sprider sig då man släpper en sten i vattnet. Släpper man två stenar bredvid varann får man ett vackert mönster där de två ringsystemen samverkar genom att vågorna från de olika stenarna kan förstärka respektive ta ut varandra på olika ställen, så kallad interferens.

Det var faktiskt först i början på 1800-talet som man kunde fastställa att ljus var en våg och inte partiklar, som tex Newton trodde, då det gav upphov till ljusa och mörka band och inte bara två band som en svärm av kulor skulle ge när ljuset belyste en skiva med två spalter. Det dröjde sedan ytterligare 70 år innan man kunde fastställa att ljuset var en elektromagnetisk våg.

Men sedan visade Einstein 1905 att den s.k. fotoelektriska effekten bara kunde förklaras om ljuset kom i energipaket som partiklar, s.k. fotoner. Så småningom ledde detta och andra upptäckter till vågmekanismen eller kvantfysiken.

Men den har alltid och fortsatt bekymrat en del fysiker då den just väcker frågan vad den säger om verkligheten.

I programmet visades hur man kunnat skicka en foton i taget mot en skärm med två spalter. En del fotoner studsar mot skärmen medan en del passerar och när de träffar en skärm gör det de som partiklar, som små kulor. Hade de varit vanliga partiklar hade man bara fått två ränder på skärmen motsvarande träffar av de partiklar som gick igenom de två olika spalterna. Men trots att man skickar en foton i taget bygger de upp samma mönster med flera, inte bara två, ljusa och mörka band, precis som för vågor som samverkar, interfererar, genom att de passerar båda spalterna.

Detta beskrivs med rätta som en paradox och ett av de grundläggande ”mysterierna” med kvantmekaniken: Å ena sidan har vi fotoner, som partiklar, som bara går igenom en spalt. Medan å andra sidan har vi ränder av ljus och mörker som tyder på vågor som passerar båda spalterna.

Fysikern ställde sig frågan: Hur kan något passera bara en spalt och båda samtidigt?

Det stämmer ju inte med det som händer i vår vardag,

Men sedan kommer det mycket underliga.

Man säger att det är totalt obegripligt hur enstaka partiklar kan ge upphov till ett sådant vågmönster men ger sedan ändå en ”förklaring”: att en foton delar sig på något vis och ändå passerar båda spalterna samtidigt fast vi inte kan upptäcka det. För när man försöker se vilken spalt fotonen går igenom försvinner alla ränder utom de två som för vanliga partiklar.

Men det riktigt obegripliga är att det inte nämns att det faktiskt finns en enkel teori som förklarar dubbelspaltexperimenten på ett begripligt sätt. Louis de Broglie som 1925 först mer tydligt formulerade idén om partiklars vågkaraktär tänkte inte, som de flesta idag, partikel eller våg, utan partikel **och** våg. Att det till varje partikel finns en guidevåg som guidar partikelns bana. Om detta skriver en av de främsta moderna kvantfysikerna John S Bell:

”Är det inte klart av litenheten hos ljusfläckarna (scintillation) på skärmen att vi har att göra med en partikel? Och är det inte klart av diffraktion och interferensmönstren att partikelns rörelse dirigeras (directed)

av en våg? De Broglie visade i detalj hur rörelsen hos en partikel, som bara går igenom ett av två hål i skärmen, kan påverkas av vågor som utbreder sig (propagate) genom båda hålen. Och så påverkar partikeln att den inte går dit vågorna tar ut varann utan attraheras till var de samverkar. Denna idé tycks mig så naturlig och enkel, för att lösa vågpartikel dilemmat på ett så klart och vardagligt (ordinary) sätt, att det är ett mysterium för mig att den så allmänt ignoreras” (*Speakable and Unsayable in Quantum Mechanics*, Cambridge University Press 2004, sid 191 originalartikel 1986, min översättning)

De Broglies idé utvecklades sedan av kvantfysikern David Bohm till en matematisk teori som enligt flera fysiker främst John Bell är ett alternativ till den vanliga tolkning av kvantmekaniken. De Broglie-Bohms teori ger samma resultat som den vanliga tolkningen men bevarar en objektiv verklighet genom att partiklarna har en bana och går igenom en spalt medan guidevågen som våg passerar båda och ger grunden för mönstret.

Man kan verkligen undra varför denna teori som ger en realistisk bild även av kvantmekaniken bara förespråkas av ett fåtal. James Cushing som var professor både i fysik och filosofi har i en bok *Quantum mechanics Historical contingency and the Copenhagen Hegemony*, University of Chicago Press 1994, klart argumenterat för att detta inte beror på förnuftiga vetenskaplig skäl utan på tillfälligheter (contingency) (Den s.k.

Köpenhamnstolkningen är den som de flesta fysiker omfattar och som t.ex. anser att partiklar inte har någon bestämd bana eller ens existerar när vi inte gör mätningar på dem)

En kortare, för de flesta till andemeningen läsbar, artikel om historien kring tolkningarna av kvantmekaniken *From Einstein's Theorem to Bell's Theorem: A history of Quantum*

”Kvantfysik” som verklighetsflykt. Pilotti Jan 2012

*Nonlocality*”, av professorn i kvantfysik Howard Wiseman finns på <http://arxiv.org/abs/quant-ph/0509061>

Där berörs även den s.k. Bells olikhet som härleddes av John S Bell 1964 utifrån vissa antagandet om vår verklighet och där experimentella resultat i kvantmekaniken efter 1970-talet visat att något av dessa antaganden måste vara fel, vilket liksom dubbelspaltexperimentet påverkar vår tolkning av verkligheten.

Jag vill här citera professor Wisemans tydliga text (i min översättning):

” ..resultaten av Bell-experimentet ger bara två möjligheter

(i) världen är icke-lokal – det inträffar händelser som strider mot relativitetsprincipen

(ii) objektiv verklighet existerar inte – avlägsna händelser är inte faktiska (no matter of fact about distant event.)

Även om det andra alternativet är konsistent tycks det mycket likt solipsism ’synen eller teorin att bara jag själv (the self) kan existera eller vara känd. Även om solipsismen inte kan motbevisas kan den sannerligen attackeras på etiska grunder. Som Karl Popper skrev med skärpa ’varje argument mot realism som grundar sig på kvantmekanik borde förstummas (be silenced) av minnet av verkligheten i händelserna i Hiroshima och Nagasaki.’ Jämfört med solipsism tycks påståendet att relativitetsprincipen inte är fundamental och världen icke-lokal det minsta onda av de två. Detta var med säkerhet även Bells position och ses även som oundvikligt av en del filosofer. Maudlin skriver: ’Jag har argumenterat för att (följande) är otvetydigt: Resultat i strid mot Bells olikhet [som kvantmekaniken alltså ger, JP] kan bara erhållas om det existerar informationsöverföring snabbare än ljuset.’”

Cushing menar också att om Einstein hade vetat att icke-lokalitet var nödvändigt för en kvantmekanik som bevarade verkligheten hade han valt verkligheten före sin relativitetsteori. (Nu finns dock utvidgningar av Einsteins relativitetsteori som tillåter överljushastighet och därmed icke-lokalitet som kan förenas med en realistisk tolkning av kvantmekaniken men det är en annan historia)

Speakern i filmen på Vetenskapens Värld säger vidare:

” Verkligheten är besynnerligare än vi förställt oss. Allt har förmågan att var på två platser samtidigt men vi kan inte se det”.

Och att märkligheter i mikrovärlden anses få dessa konsekvenser i vår vardag förstärks i filmen ytterligare av berättelsen om Einstein, som hela tiden var kritisk till dessa tolkningar av kvantfysiken, då han frågade sin vän fysikern Niels Bohr: Tror du verkligen att månen inte finns där när ingen tittar och Bohr svarade: Kan du bevisa motsatsen. Kan du bevisa att månen finns där när man inte tittar?

Och fysikern i filmen svarar att det är omöjligt, vilket ger klang av den solipsism som Wiseman och Popper kritiserar.

Men man glömmer då att det naturligtvis är lika omöjligt att bevisa motsatsen dvs. att månen inte finns där när man inte tittar. Detta är inte en experimentell fråga utan en tolkningsfråga, dvs. inte ett vetenskapligt faktum utan ett val vi gör hur vi ser på verkligheten, men ett val som får konsekvenser.

Vetenskapen är en utmärkt metod för att ge oss fakta men den ger oss inte tolkningar av fakta och inte en färdig världsbild.

Man kan verkligen undra varför så många fysiker väljer en tolkning av kvantmekaniken som liknar solipsism och att ”verkligheten inte existerar” när det finns alternativ? Det vi behöver mest av allt idag är en världsbild som hjälper oss att förstå att vi som mänsklighet delar samma verklighet. Att vi måste hitta en gemensam vision som gör att vi kan samverka till att förändra vårt politiska, ekonomiska och tekniska system, i enlighet med vetenskapliga fakta, så att vi och vår vackra gemensamma kosmiska farkost Jorden kan överleva. En världsbild som Indianerna uttryckte i: Jag och Jorden är av samma ande. Eller

”Kvantfysik” som verklighetsflykt. Pilotti Jan 2012

En Ande, en Planet, en Mänsklighet en Verklighet.

Jan Pilotti

Fil kand., matematik och teoretisk fysik

Ungdomspsykiater