

Bildspelsmanus – Fysikpriset 2022 Forskning om kvantmekanik

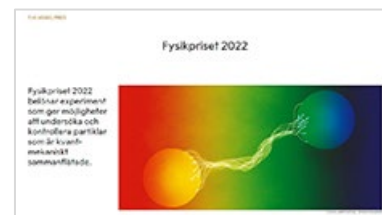
Nobelpriset i fysik

- Nobelpriset i fysik är ett av de fem priser som instiftades av Alfred Nobel och delas ut den 10 december varje år.
- Innan Alfred Nobel dog den 10 december 1896, skrev han i sitt testamente att den största delen av hans förmögenhet skulle användas till ett pris till ”dem, som hafva gjort menskligheten den största nytta”.
- Ett av de fem prisen skulle gå till “den som inom fysikens område har gjort den viktigaste upptäckt eller uppfinning”.
- Nobelpriset i fysik ges alltså till personer som antingen gjort uppfinningar eller upptäckter inom området.



Fysikpriset 2022

- Fysikpriset 2022 belönar experiment som ger möjligheter att undersöka och kontrollera partiklar som är kvantmekaniskt sammanflätade.
- Detta handlar om partiklar som befinner sig på avstånd från varandra men ändå hänger ihop med varandra. En smått "spöklik" effekt, tyckte Albert Einstein.



2022 års fysikpristagare

- Nobelpristagarna i fysik 2022 har utvecklat experiment med ljuspartiklar, fotoner, som är sammanflätade. Experimenten har bekräftat att kvantmekanikens teorier stämmer och banat väg för en ny kvantteknologi.
- Pristagarna är alla födda på 1940-talet, men kommer från tre olika länder: USA, Frankrike och Österrike. De har inte arbetat tillsammans utan var för sig med sina respektive forskargrupper.



Kvantmekanik

- För omkring 100 år sedan utvecklades kvantmekaniken. Den innebar en revolution för synen på hur världen är beskaffad på grundläggande nivå. Till exempel spelar slumpen en avgörande roll i beskrivningen av de små partiklar och ljuspaket som världen i grunden



består av. Den klassiska fysikens beskrivning av en i princip totalt förutsägbar värld gäller inte på denna nivå.

- Fysiker hade olika uppfattningar om vad detta innebar. Detta gäller till exempel Niels Bohr och Albert Einstein som tilldelades 1922 respektive 1921 års fysikpris. Bohr hade en större tilltro till kvantmekanikens giltighet än Albert Einstein, som bland annat vände sig mot slumpens fundamentala roll i kvantmekaniken.

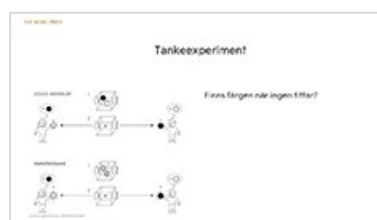
Sammanflätning

- En av kvantmekanikens konsekvenser är att system av partiklar kan delas upp i separata delar som ändå är sammanflätade och måste beskrivas som en enhet. Det innebär att om någon mäter en egenskap hos en av två sammanflätade partiklar kan hen också veta vad en mätning på den andra skulle ge för resultat.
- Den ena partikelns tillstånd beror på något sätt av den andras trots att de befinner sig på stort avstånd från varandra och det inte skickas några signaler mellan dem. Detta är möjligt genom kvantmekanikens utgångspunkt att egenskapen inte är bestämd förrän en mätning sker. När mätningen sker bestäms den ena partikelns tillstånd och också omedelbart den andra partikelns tillstånd.
- Detta strider mot vår vardagliga uppfattning om orsak och verkan och hur världen är beskaffad. Albert Einstein såg sammanflätning som ett tecken på att kvantmekaniken gav en ofullständig beskrivning och behövde kompletteras. Kan det vara så att det finns några okända egenskaper – dolda variabler – som ger en annan förklaring än kvantmekanikens osäkerhet och slump?



Tankeexperiment

- Kvantmekanikens sammanflätade par kan jämföras med en maskin som kastar ut bollar med motsatt färg i varsin riktning. När Bob fångar en boll och ser att den är svart vet han omedelbart att Alice har fått en vit. I en teori med dolda variabler har bollarna ända från början innehållit information om vilken färg de ska visa. Men kvantmekaniken säger att bollarna var jämngrå ända tills något tittade på dem, och då blev slumpmässigt den ena vit och den andra svart.



Verkliga experiment

- Finns det några sätt att avgöra om kvantmekaniken stämmer eller om det finns dolda variabler? Ja, fysikern John Bell (1928–1990) upptäckte att det finns en typ av experiment som kan avgöra om världen är rent kvantmekanisk, eller om det kan finnas en annan beskrivning med dolda variabler.
- Nobelpristagarna i fysik 2022 har utvecklat sådana experiment. John Clauser skapade i ett experiment sammanflätade par av fotoner genom att skicka speciella sorters ljus på kalciumatomer. Han kunde sedan göra mätningar på fotonerna som visade att kvantmekaniken stämmer och att det inte finns några dolda variabler. På bilden ser vi till vänster Alain Aspect, som vidareutvecklade experimentet och



fick ännu säkrare och tydligare resultat. Anton Zeilinger har senare gjort andra experiment där han skapat sammanflätade fotonpar genom att lysa på en speciell kristall med laserljus. Han har också lyckats överföra sammanflätningen av två partiklar till två andra partiklar trots att de aldrig varit i kontakt med varandra.

Kvantteknologi

- Finns det någon praktisk användning av kvantmekanisk sammanflätning? I framtiden öppnar sig möjligheter framför allt för att lagra, överföra och bearbeta information. Några tillämpningsområden är:
 - Säker lagring och överföring av information genom kvantkryptering.
 - Överföring av kvantinformation över stora avstånd genom optiska fibrer.
 - Snabba och effektiva kvantdatorer.



“I was having fun. It was a challenging experiment. I thought it was important at the time, even though everybody told me I was crazy and was going to ruin my career by doing it.”

- Citatet kommer från en telefonintervju med John Clauser i samband med tillkännagivandet av 2022 års Nobelpris i fysik. I intervjun berättar han om sin forskning och om de reaktioner han fick när han förde fram idén att testa John Bells teorier i ett laboratorium.
- På fotot är John Clauser på en båtklubb. Han är förtjust i kappsegling på sin fritid.

