

**Speltid:** 59 min

**Från:** 13 år

**Ämne:** Fysik, Biologi, Kemi

**Produktionsland:**  
Storbritannien, 2015

**Svensk version:**  
© Cinebox, 2015

**Ansvarig utgivare:**  
Ann Nordström

**Filmmnr:** 1650

**För ytterligare  
källinformation:**  
Kontakta Cinebox  
08-445 25 50

## Kvantmekanikens hemligheter

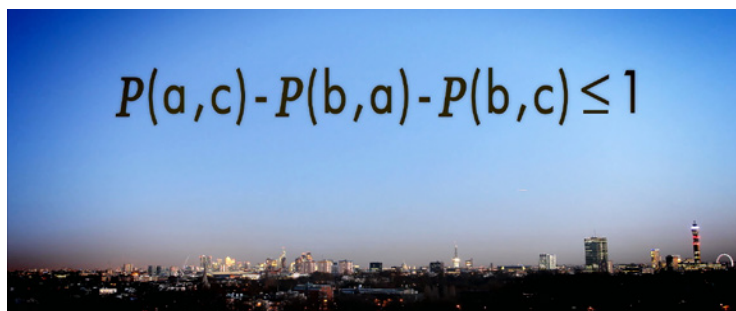
*Ordet kvantmekanik för tankarna till framtiden och ett vetenskapligt område som forskarna ännu bara nosat på. Men kvantmekanik innebär inte bara supersnabba datorer. Den har funnits och påverkat vår värld sedan universums födelse – vi har bara inte vetat om det. I denna spännande filmserie får vi följa med fysikern Jim Al-Khalili ut från labbet för att lära oss mer om kvantmekanik. Via en historisk tillbakablick på hur de stora fysikernas stridit om att få sätta just sitt namn på teorin, beskrivs hur allt hänger samman. Vi får även lära oss om kvantmekanikens betydelse för biologin, och för evolutionen.*

*Många av de luckor som funnits inom naturvetenskapen verkar plötsligt kunna fyllas – men av något som trotsar naturens alla lagar. Kvantmekaniken är ett forskningsområde som minst sagt kräver ett öppet sinne, eftersom man måste acceptera att universums alla minsta beståndsdelar betar sig på sätt som är långt ifrån intuitivt.*

## Del 1. Einsteins mardröm

Det var när glödlampan uppfanns i Tyskland på 1890-talet som fysiken ställdes inför sin nästa stora knäckfråga. Man kunde se att ju mer energi som tillfördes till en glödlampa, desto vitare blev ljuset. Men för att få ljuset att gå över till en blå färg krävdes enorma mängder energi. Blått ljus var av någon anledning mycket svårare att skapa än rött och gult ljus. Man upptäckte också att det fanns ett samband mellan elektricitet och ljus, att ljuset kunde ta bort statisk spänning. Men genom antagandet att ljus är vågor kunde man inte förklara varför blått ljus dels var så mycket svårare att skapa, och dels var så mycket bättre på att stoppa statisk spänning. Det blev Einstein som 1905 formulerade en lösning på problemet. Han menade att ljuset i själva verket borde förstås som en liten kula av energi, en kvanta. Blått ljus bär på mycket mer energi än rött ljus, och är därför både svårare att skapa och bättre på att rubba elektricitet.

Men Einsteins teori skulle snart bli utmanad. Under 1920-talet presenterade Niels Bohr en teori som sade att ljus är både vågor och partiklar samtidigt, tills man stoppar det. Detta var en omvälvande teori, eftersom den sade att det inte fanns någon materiell verklighet i kvantvärlden, bara en potentiell verklighet. Varje partikel hade potential att vara två saker samtidigt, och först när man observerade den blev den tvungen att bestämma sig för den ena av de två





potentiella verkligheterna. Einstein hatade denna tolkning, och efter tio års debatt fann han äntligen en brist i den. Bristen låg i ett fenomen som kallas sammanflätning. Det innebär att två partiklar delar öde på så sätt att förändringar i den ena partikelns egenskaper omedelbart förändrar den andra partikeln på samma sätt oavsett hur långt ifrån varandra de än befinner sig. Om Bohrs teori stämde skulle det implicera att partiklarna kunde kommunicera med varandra snabbare än ljusets hastighet. Det gick emot Einsteins relativitetsteori, och han drog istället slutsatsen att partiklarnas öde måste vara bestämt långt i förväg.

Tiden förflöt och debatten sopades under mattan. Det var forskaren John Bell som skulle komma att avgöra striden. Han hittade ett sätt bevisa att Bohr hade rätt, och beskrev med hjälp av en ekvation den kvantmekaniska verkligheten. Einstein kom att motbevisas, inte bara av Bell utan även av grupp hippiefysiker i Kalifornien, som mixade fysik med österländsk mystik. Bohrs teori möjliggjorde parallella universum och telekinesi, och de kunde få ihop sina två världsbilder.

En ny verklighet hade framträtt. Det var en verklighet där partiklar kunde vara två olika tillstånd samtidigt, och på olika platser samtidigt. De var dessutom sammanbundna på något magiskt sätt. Frågan var nu vad dessa nya upptäckter innebar för vår förståelse av världen och vardagen omkring oss.

## Nyckelord

Kvantmekanik, kvantfysik, biologi, kemi, Einstein, Bohr, Bell, partiklar.

## Diskussionsfrågor

1. Vilka problem stötte man på genom att anta att ljuset var vågor?
2. Vilka problem stötte man på genom att anta att ljuset var små bollar av energi?
3. Vad innebar Niels Bohrs teori?
4. På vilket sätt stred Bohrs teori mot Einsteins relativitetsteori?
5. Vilka egenskaper hade partiklar enligt Bohrs teori?
6. Vad menas med kvantmekanisk sammanflätning och hur förklaras den av Bohr respektive Einstein?
7. Hur kunde John Bell bevisa Bohrs teori?

## Diskussionsfrågor till båda delarna

1. Vilka av fysikens lagar är det kvantmekaniken bryter mot?
2. Vilka möjligheter tror du uppstår i och med dessa upptäckter?
3. Har du hört talas om Schrödingers katt? Om inte, ta reda på vad det är.
4. Vad menas med att kvantmekanik är kontraintuitivt?

## Här kan du hämta mer information

<http://sverigesradio.se/sida/gruppsida.aspx?programid=4131&grupp=18796> - Programledaren och komikern Jesper Rönndahl förklarar kvantmekanik på ett lättillgängligt sätt i Sveriges Radio.

<http://illvet.se/naturen/partiklar/forstaa-quantmekanik-paa-fem-minuter> - Tidskriften Illustrerad vetenskap om kvantmekanik.

[http://www.nyteknik.se/popular\\_teknik/kaianders/article3702150.ece](http://www.nyteknik.se/popular_teknik/kaianders/article3702150.ece) - Tidskriften Ny teknik om Schrödingers katt.

<http://illvet.se/fysik/naturlagar/bilden-visar-ljus-som-vagor-och-partiklar-samtidigt> - Tidskriften Illustrerad vetenskap om första gången ljus som vågor och partiklar fångats på film.

[http://www.nyteknik.se/nyheter/innovation/forskning\\_utveckling/article3119574.ece](http://www.nyteknik.se/nyheter/innovation/forskning_utveckling/article3119574.ece) - Ny teknik om hur fåglar navigerar med hjälp av kvantmekanik.

[www.ne.se](http://www.ne.se) - Nationalencyklopedin

[www.google.se](http://www.google.se) - Användbar sökmotor

<http://factlab.com/#lo=1> - Dagens nyheters skolsajt

[www.wikipedia.se](http://www.wikipedia.se) - bra nätencyklopedi

<http://www.cinebox.se/> - Cinebox hemsida

## Kapitelindelning

Du kan välja att visa hela filmen eller ett speciellt avsnitt.  
För starttider till respektive kapitel, se nedan.

Nr	Kapitel	Starttid:	Längd:
1	Upptäckten av ljusets motsägelsefulla beteende	00:00	ca 20 min
2	Maktkamp mellan Einstein och Bohr	20:28	ca 18 min
3	John Bells intressanta upptäckt	38:11	ca 21 min
	<b>Sluttid:</b>	59:17	

Filmerna om kvantmekanikens hemligheter är en ämnesintegrerande film för det naturvetenskapliga området. Den kan därför med fördel användas i alla naturorienterande ämnen:

### I årskurs 7-9, biologi, sid 114-115, Lgr11

Kropp och hälsa:

*"Evolutionens mekanismer och uttryck, samt ärftlighet och förhållandet mellan arv och miljö. Genteknikens möjligheter och risker och etiska frågor som tekniken väcker"*

Biologin och världsbilden:

*"Historiska och nutida upptäckter inom biologiområdet och deras betydelse för samhället, människors levnadsvillkor samt synen på naturen och naturvetenskapen"*

### I årskurs 7-9, kemi, sid 147-148, Lgr11

Kemin i naturen:

*"Partikelmodell för att beskriva och förklara materiens uppbyggnad, kretslopp och oförstörbarhet. Atomer, elektroner och kärnpartiklar"*

Kemin och världsbilden

*"Historiska och nutida upptäckter inom kemiområdet och deras betydelse för världsbild, teknik, miljö, samhälle och människors levnadsvillkor"; "Aktuella forskningsområden inom kemi, till exempel materialutveckling och nanoteknik" samt "De kemiska modellernas och teoriernas användbarhet, begränsningar, giltighet och föränderlighet"*

### I årskurs 7-9, fysik, sid 130-131, Lgr11

Fysiken i naturen och samhället:

*"Partikelmodell för att beskriva och förklara fasers egenskaper och fasövergångar, tryck, volym, densitet och temperatur. Hur partiklarnas rörelser kan förklara materiens spridning i naturen"*

Fysiken och vardagslivet:

*"Ljusets utbredning, reflektion och brytning i vardagliga sammanhang. Förklarings- modeller för hur ögat uppfattar färg"*

Fysiken och världsbilden:

*"Historiska och nutida upptäckter inom fysikområdet och hur de har formats av och format världsbilder. Upptäckternas betydelse för teknik, miljö, samhälle och människors levnadsvillkor" och "Aktuella forskningsområden inom fysik, till exempel elementarpartikelfysik och nanoteknik"*