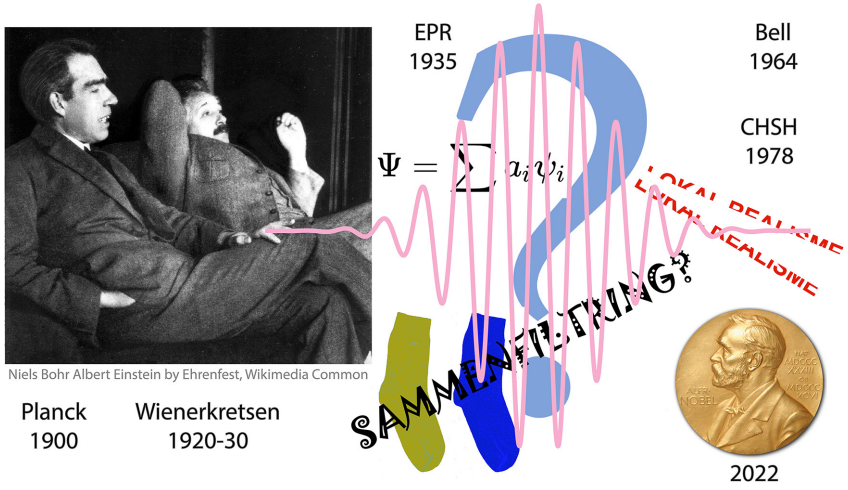
Kvantekrøll

Intro



Niels Bohr Albert Einstein by Ehrenfest, Wikimedia Common

2025 ble av UNESCO utpekt til "The International Year of Quantum Science and Technology (IYQ)" med hensikten å fremheve kvante-vitenskap og praktiske anvendelser. Takket være kvantefysikk, sies det, forstår vi atomenes verden, halvledere osv osv mye bedre enn for hundre år siden.

Dagens høyteknologi med avanserte måleinstrumenter og datamaskiner er virkelig imponerende! Jeg tror ingen for hundre år siden kunne forestille seg samfunnet slik vi har det i dag. I dag bruker «alle» slagkraftige nette små mobiltelefoner eller datamaskiner med en mengde muligheter - takket være kvantefysikken.

Samtidig er det et paradoks at alt er ikke greit med kvantefysikk. Anton Zeilinger, en av dem som fikk Nobelprisen i fysikk i 2022, var medforfatter på en artikkel noen år tidligere der det påpekes: «It is a peculiar situation, that even 100 years after quantum physics was born, there are no consensus among physicists on how the theory should be understood." (… gjengitt etter min hukommelse). I en podcast i 2025, diskuterer Anders Kvellestad og Are Raklew ved Universitetet i Oslo (sammen med NRK's stadig imponerende Torkild Jemterud) dette merkelige: at vi fortsatt ikke vet hvordan kvantefysikken skal forstås.

Den matematiske formalismen fungerer utmerket, men hva forteller den oss? Det er et dypt spørsmål som angår vår innerste forestilling om hvordan verden fungerer.

Kvantekrøll

Bohr og Einstein diskuterte heftig i 1935 «Kan verden beskrives med lokal realisme?». Dette er et filosofisk spørsmål som stikker mye dypere enn vi først tenker. I dag mener mange at spørsmålet er besvart gjennom eksperimenter med såkalte «sammenfiltrede fotoner». Viktige aktører i denne sammenheng fikk Nobelprisen i fysikk i 2022, så «brudd med lokal realisme» må vi stole på mener mange. – Men er egentlig siste ord sagt i den sammenhengen?

Det er nemlig mer krøll knyttet til kvantefysikk og oppfatningene som finnes der enn mange er klar over.

Jeg har vært opptatt av forståelsen av kvantefysikk siden mitt hovedfag i 1974 (tilsvarende mastergrad i dag). Allerede da så jeg at noen av de vanlige forestillingene knyttet til kvantefysikk var høyst problematiske. Det er ikke den matematiske formalismen jeg er opptatt av, for den fungerer. - ***Men hva sier den oss?*** På Wikipedia er det mer enn 10 til dels svært forskjellige oppfatninger av hvordan matematikken skal forstås.

Spiller det noen rolle? Mange er så begeistret over den matematiske formalismen at de ikke bryr seg om hvordan den tolkes. ”Shut up and calculate!” sier noen. ***Men*** det er mindre enn én prosent av befolkningen som behersker kvantefeltformalisme, og antakelig godt under 10 prosent av alle som har studert fysikk. Hvilke oppfatninger skal alle vi andre ha? De som behersker kvantefeltteori har ikke maktet å formidle sine oppfatninger til fysikere flest. Det kommer klart fram igjen og igjen. Det er etter min mening utrolig trist å lese hvordan fysikere kan svare for eksempel på spørrespalten Quora om fysikkspørsmål som stilles.

Jeg selv har blitt irritert mange ganger - for eksempel da en sivilingeniør påstod at det er sikkert at elektromagnetiske felter med frekvens 50 Hz IKKE ***kan*** gi skader på kroppen ”fordi fotonenergien ved 50 Hz er så ufattelig liten i forhold til den energien som trengs for skader.” (En oppfatninger knyttet til kvantefysikk.)

Det er ikke bare jeg som er interessert i hva slags oppfatning vi har av lys og fotoner generelt. For noen år siden valgte ”skolelaben” ved Fysisk institutt, UiO å lansere ”ReleKvant”-prosjektet der fysikk-elever i den videregående skolen i Norge diskutere seg imellom ulike oppfatninger av lys. Resultatene ble publisert:

E. K. Henriksen, C.A.Angell, A. I. Vistnes og B. Bungum: What Is Light?: Students’ Reflections on the Wave-Particle Duality of Light and the Nature of Physics, March 2018, Science & Education 27(3), DOI: 10.1007/s11191-018-9963-1

Dette arbeidet har hatt stor interesse rundt om i verden. 30. oktober 2026 fikk jeg beskjed om at artikkelen hadde nådd en ”milestone: 500 reads”. Med andre ord:

- Mange med meg deler Zeilingers oppfatning: «It is a peculiar situation, that even 100 years after quantum physics was born, there are no consensus among physicists on how the theory should be understood.”

De siste 15 årene av mitt aktive yrkesliv konsentrerte jeg meg om å gå til bunns i eksperimenter på såkalte «sammenfiltrede fotoner». Jeg fikk penger til å bygge eget kvanteoptikk-laboratorium og til å lønne en fabelaktig post-doc, Guillaume Adenier i fire år. Vi fikk et laboratorium der vi hadde langt mer kontroll enn andre laboratorier på hva som skjedde i eksperimentene. Det var betydelig aktivitet i over 12 år. Jeg kjenner ikke til noen andre kvanteoptikk-laboratorier i verden som har et så komplett bilde som det vi har. I mine kvantekrøll-filer planlegger jeg å fortelle om resultater som dere ikke finner andre steder!

Jeg har nå i mer enn 15 år grublet mye over eksperimentelle detaljer og resultatene våre. Etterhvert har mange ulike tanker falt på plass, og synes det er på tide å dele dem med andre. Selve skriveprosessen tvinger meg til å bli enda mer presis i tankegodset enn om jeg bare hadde alt i hodet!

Tanke- og skriveprosessen har også vist meg at det er ingen ”quick fix” for å få en mer ensartet tolkning av hva kvantemekanisk formalisme forteller oss. Utviklingen av fysikk er langt mer mangfoldig enn vi ofte tenker over! Den matematiske formalismen er bare en liten del av helheten!

I mine kvantekrøll-filer planlegger å komme innom en rekke detaljer. Ikke vanskelig matematikk. Heller ikke spesielt vanskelig fysikk – men en god del vil bli *annerledes* enn det som vanligvis presenteres. Betraktningene vil ikke komme som perler på en snor. De ulike delene har forskjellig karakter. Iblant vil jeg diskutere hva vi legger i ulike begreper, iblant hvilke fysiske vekselvirkninger som er aktuelle. Hvilke eksperimentelle resultater har vi, og hvilke slutninger er da naturlig å trekke?

***

Er du interessert i fysikkens beskrivelser av naturen? Da inviterer jeg deg til å lese mine små «kvantekrøll-snutter» og tenke litt gjennom det jeg tar opp. Derimot - dersom du først og fremst er interessert i å lete etter feil eller svakheter i mine resonnementer, kan du spare seg bryet med å lese det jeg skal skrive. Det blir bare bortkastet tid for deg.

***

MEN: Er du tålmodig og følger mine resonnementer, vi du forhåpentligvis ende opp med en langt dypere forståelse av «sammenfiltrede fotoner» enn fysikere flest. Da vil du kanskje forstå hvorfor jeg spurte (s2): Er siste ord sagt? (mhp Nobelprisen i fysikk i 2022).