

- [11] K. H. Lynning og A. S. Jacobsen (2011) "Grasping the spirit in nature: Anschauung in Ørsted's epistemology of science and beauty," *Studies in the History and Philosophy of Science*, bind 42, s. 45-57.
- [12] O. Pedersen (1988) "Newton versus Ørsted: The delayed introduction of Newtonian physics into Denmark," i G. V. Coyne, S. J. M. Heller & J. Życiński (red.), *Newton and the New Direction in Science, Proceedings of the Cracow Conference, May 25–28, 1987 Specola Vaticana*, s. 135–151.
- [13] D. Ch. Christensen (2009) *Naturens tankelæser: En biografi om Hans Christian Ørsted*, Museum Tusulanums Forlag, København, bind 2, s. 672-680.



Anja Skaar Jacobsen er ph.d. og dr.scient. i videnskabs-historie og arbejder som fysik- og kemilærer på Københavns VUC. Hun er p.t. også tilknyttet Niels Bohr Arkivet i forbindelse med det internationale forskningsprojekt: History of Interpretations of Quantum Mechanics.

Nobelprisen i fysik 2019

Christine Pepke Gunnarsson, *Kvant*



Nobelprisen blev i år delt mellem James Peebles (tv.) fra Princeton University for hans forskning i den kosmiske mikrobølgebaggrundsstråling og teamet Michel Mayor fra Université de Genève og Didier Queloz (th.) fra Université de Genève og Cambridge University, UK, for deres opdagelse af den første exoplanet. Begrundelsen var, at deres opdagelser har ændret vores verdensopfattelse for evigt.

Peebles er en teoretisk astrofysiker som forsker i kosmologi og særligt i universets udvikling lige efter Big Bang. Peebles' beregninger forudså, at der ville eksistere en baggrundsstråling fra det tidlige univers, og i 1965 anslag han temperaturen til 10 K (hvilket dog var lidt for højt). Denne stråling, kendt som mikrobølgebaggrundsstrålingen, var tilbage efter Big Bang, da temperaturen var faldet så meget, at der kunne dannes atomer, og fotonerne kunne bevæge sig frit gennem rummet uden at blive spredt ved kollision med elektroner. Det er de fotoner, der nu udgør baggrundsstrålingen, men da universet har udvidet sig siden Big Bang, er deres bølgelængde i dag kun få mm (dvs. mikrobølger), og deres temperatur er faldet til 2,725 K. Mikrobølgebaggrundsstrålingen blev målt første gang i 1964 ved et tilfælde af de to astronomer Arno Penzias og Robert Wilson (der i øvrigt fik Nobelprisen i 1978 for netop denne måling). Penzias og Wilson kunne ikke komme af med en konstant støj, som deres antenne målte, lige meget hvorhen de kiggede i rummet. De fandt forklaringen i Peebles' beregninger, som netop forudså en universal baggrundsstråling. Opdagelsen af baggrundsstrålingen var epokegørende, da strålingen gav information om, hvor gammelt universet er, hvad universets skæbne er og hvor meget stof og energi, der blev skabt i Big Bang. Peebles fandt i baggrundsstrålingen et estimat for mængden af stof i universet, og han viste, at det stof, vi kender som stjerner og planeter, kun udgør 5%, mens de andre 95% består af mørkt stof og mørk energi,

som begge stadig er et mysterium for forskerne. Peebles foreslog netop at bruge Einsteins forkastede kosmologiske konstant til at beskrive mørk energi, og det viste sig, at det kunne løse ligningerne. Mikrobølgebaggrundsstrålingen er ikke jævn, men har små temperaturfluktuationer på omkring 10^{-5} . Det er fluktuationerne, der fortæller om fordelingen af stof og energi i universet. Fluktuationerne er i dag målt meget præcist med satellitterne COBE, WMAP og Planck og passer på et univers med 5% stof, 27% mørkt stof og 68% mørk energi, (næsten) ligesom Peebles udregnede.

Astronomerne Mayor og Queloz var de første til at opdage en exoplanet i kredsløb om en sol lignende stjerne i Mælkevejen. Teamet havde arbejdet på at forbedre deres teleskop, så de kunne observere lyssvage stjerner, og i 1995 opdagede de en gasplanet (51 Pegasus b) af samme størrelse som Jupiter i kredsløb om en stjerne 50 lysår fra Solen. Ved brug af Dopplereffekten beviste de, at det var en planet, og at bevægelsen passede med et kredsløb på kun 4 dage. Det var en stor overraskelse, at omløbstiden var så lille, for det betød, at planeten var meget tæt på stjernen. 51 Pegasus b er kun 8 millioner km fra stjernen, som opvarmer planeten til mere end 1000°C. I 1995 troede man, at planeten i samme størrelse som 51 Pegasus b ville være blevet dannet langt fra deres stjerne, og derfor være længere tid om at fuldføre et kredsløb. Derfor var opdagelsen af den store gasplanet i et kredsløb tæt på stjernen banebrydende for forskerne, som havde kigget de forkerte steder efter exoplaneter. Det er svært at måle exoplaneter, da de ikke selv lyser, og kun kan observeres indirekte ved deres effekt på den stjerne, de kredser om. Den metode, Mayor og Queloz brugte, kaldes radial hastighedsteknik. Exoplanetens tyngdekraft påvirker stjernen til at bevæge sig lidt, så de begge kredser om deres fælles tyngdepunkt. Set fra Jorden ser det ud som om, at stjernen bevæger sig lidt frem og tilbage. Den radiale hastighed af bevægelsen kan astronomerne måle fra stjernens spektrum, da lyset, som stjernen udsender, vil blive blå-/rød-forskudt, når stjernen bevæger sig mod os/væk fra os (Dopplereffekten). En anden metode til at måle exoplaneter på er ved at se på faldet i intensiteten af stjernens lys, når planeten bevæger sig ind foran den, men det kræver, at planeten bevæger sig i en synslinje, der er synlig fra Jorden. Forskerne troede i 1995, at planeter, der var tunge nok til at generere et måleligt frekvensskift i stjernens spektrum, ville have så lange kredsløbstider, at det ville tage år at detektere stjernens bevægelser som følge af planetens tyngdekraft. I starten var der da heller ikke mange, der troede på deres opdagelse, netop fordi 51 Pegasus b var så tæt på stjernen. Mayor og Queloz' opdagelse gjorde, at de eksisterende teorier om exoplaneter og planetdannelse måtte skrives om. Opdagelsen revolutionerede astronomien, og det væltede frem med nye verdener i mange forskellige størrelser og kredsløb.

Kilde: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2019/press-release/> & <https://phys.org/news/2019-10-nobel-prize-physics-awarded-scientists.html>