

Matematikens urimelige effektivitet

Den ungarsk-amerikanske fysiker Eugene Wigner modtog Nobelprisen i 1963, men han er nok mere kendt for et essay, han skrev nogle år tidligere med titlen "Matematikens urimelige effektivitet i naturvidenskaben". Her kaldte han det ligefrem for et mirakel, at matematikkens sprog passer til at formulere fysikkens love, og at det er en vidunderlig gave, som vi hverken forstår eller fortjener.

Wigner underbyggede sin påstand med, at matematiske begreber ofte kan anvendes langt ud over den sammenhæng, hvori de i sin tid blev udviklet. Som eksempel nævnte han gravitationsloven, der oprindeligt blev udviklet til at beskrive frit faldende legemer på Jordens overflade, men som senere også kunne bruges til at beskrive planeternes bevægelse, hvor den "har vist sig at være nøjagtig ud over alle rimelige forventninger".

Et andet eksempel er kvantemekanikken, hvor Max Born bemærkede, at nogle beregningsregler, som Heisenberg var kommet frem til, formelt set var identiske med de regler for matrixregning, som matematikerne allerede havde udviklet langt tidligere. Selvom der ikke var nogen rationel årsag til, at det skulle virke, foreslog Born, Jordan og Heisenberg derefter, at man kunne erstatte position og impuls i ligningerne fra den klassiske mekanik med matricer. Alligevel viste det sig, at matrixregningen kunne bruges på kvantemekaniske systemer, hvor Heisenbergs beregningsregler ellers ikke gav mening. Det var bl.a. tilfældet for grundtilstanden i helium, hvor matrixberegningerne viste sig at passe med observationerne med en afvigelse på blot én del ud af ti millioner. Ifølge Wigner fik vi således noget ud af ligningerne, som vi ikke havde lagt ind i dem.

Forbindelsen mellem fysik og matematik er også temaet for dette nummer af *Kvant*, og vi er taknemmelige for, at en række forskere har været villige til at bidrage med spændende artikler. I artiklen på side 4 skriver Poul G. Hjorth således om Newtons berømte bog *Principia*, hvori Newton bruger sin nyudviklede differentialregning. Ifølge Hjorth er bogen et destillat af en erfaring, der udsprang fra det fysiske univers, og af samme årsag er det måske ikke så mirakuløst, at matematikken er så god til at beskrive fysiske fænomener, for matematikken er et sprog, som vi bruger til at forstå naturen med, men vi har lært det af naturen selv.

I artiklen på side 7 giver Jesper Lützen flere eksempler på, hvordan vekselvirkningen mellem matematik og fysik har beriget begge fag og ofte været afgørende for begge fags videre udvikling. Lützen finder heller ikke så mange mirakler, men snarere, at ufærdig matematik og ufærdig fysik mødes, og under en kompliceret proces beriger hinanden, så der til sidst opstår en tilfredsstillende matematisk beskrivelse af det fysiske fænomen.

Mikkel Willum Johansen beskæftiger sig i artiklen på side 11 også med spørgsmålet om, hvorfor matematikken er så effektivt et redskab til at beskrive den fysiske verden, og han diskuterer en forklaring, der tager udgangspunkt i menneskets biologi og i de kognitive

teknikker, vi bruger til at håndtere omverdenen.

I artiklen på side 15 præsenterer Jørgen Ellegaard Andersen og William Elbæk Mistegård et eksempel på et nyere samspil mellem matematik og kvantefysik med udgangspunkt i moderne gaugeteori, nemlig den såkaldte topologiske kvantefeltteori. De viser, hvordan ideer fra fysikken leder til nye, dybe matematiske teorier, som både er interessante for matematikerne, og som bidrager til at formalisere dele af fysikken, som før manglede et præcist grundlag.

Et andet og nyt eksempel på samspillet mellem fysik og matematik beskriver Ulrich Hoff, Jonas Schou Neergaard-Nielsen, Mikkel Vilsbøll Larsen og Ulrik Lund Andersen i artiklen på side 21. Her er det grafteorien, der giver en bekvem beskrivelse af sammenfiltrede tilstande af lys, og som kan realiseres i laboratoriet og udnyttes som grundlag for en optisk kvantecomputer. Endelig beretter Klaus Mosegaard i artiklen på side 27 om begrænsningerne for, hvad den matematiske fysik kan lære os om strukturer og processer i naturen, når vi står over for inverse problemer. Opgaven er at beregne fysiske objekters indre struktur ud fra data, men hvor går grænsen for vores erkendelse gennem data, når inverse problemer ofte har mange løsninger, der forklarer måledata nøjagtig lige godt?

På *Kvants* redaktion har især Svend E. Rugh og Dorte Olesen arbejdet med et oplæg til temanummeret.

Med dette nummer af *Kvant* slutter vi også vores markering af 200-året for H.C. Ørstedes opdagelse af elektromagnetismen. Vi startede allerede i slutningen af 2018 med en historisk artikel om elektromagnetismen af Laila Zwisler. Siden har vi udgivet et stort temanummer om de utroligt mange sider af H.C. Ørstedes virke samt et temanummer om Ørsted og enhedsteorier i fysikken. Derudover har vi udgivet artikler om jagten på et Ørstedrelief, om Ørstedsatellitten samt om Ørsted og enhederne.

I dette nummer er vi stolte over at kunne præsentere en ny hyldestsang til H.C. Ørsted, og på side 31 skriver forfatteren og komponisten om sangens tilblivelse. Kira Moss fortæller på side 33 om en hidtil ubemærket og usigneret artikel, "Nordlyset", fra 1840, som med stor sandsynlighed er skrevet af Ørsted, og på side 38 skriver Lise Bostrup om Ørstedes arbejde med at skabe en sammenhængende kemisk nomenklatur på dansk. Dan Charly Christensen anmelder tre nye bøger om Ørsted på side 42, og Samel Arslanagić skriver på side 45 om en moderne tilgang til undervisningen i elektromagnetisme.

Endelig bringer vi på bagsiden af dette nummer et portræt af Charles Marcus, som i sidste måned modtog Ørstedmedaljen i guld.

På side 41 har vi samlet en oversigt over de Ørsted-artikler, der har været bragt i *Kvant*.

God læselyst – og glædelig jul!

Jens Olaf Pepke Pedersen