

Nobelprisen i fysik 2016 kan føre til topologiske kvantecomputere

Af Christine Pepke Pedersen, KVANT og DTU Fotonik

Nobelprisen i fysik gik – måske til manges overraskelse – ikke til den eksperimentelle måling af gravitationsbølger, men i stedet til teoretisk forskning i topologiske egenskaber af flade (2D) materialer. Faktisk kunne Nobelprisen for 2016 slet ikke gå til gravitationsbølgerne, da denne artikel først blev udgivet efter deadline (1. februar) for indstilling til årets Nobelpris.

Halvdelen af Nobelprisen blev i år uddelt til David J. Thouless fra University of Washington og den anden halvdel til F. Duncan M. Haldane fra Princeton University og til J. Michael Kosterlitz fra Brown University.

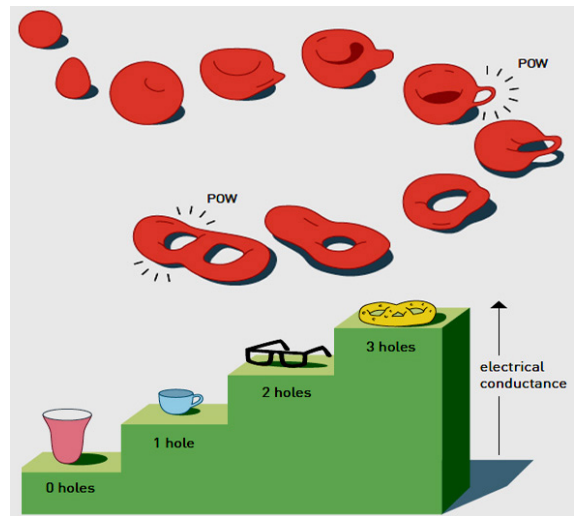
Topologi beskriver invariante egenskaber ved objekter, det vil sige egenskaber som ikke ændrer sig når objektet deformeres. Hvis formen skal ændre sig, må den gennemgå en trinvis ændring. Den trinvise ændring kan ligesom antallet af huller i objektet kun antage heltalsværdier, se figur 1.

Når man køler stof til omkring det absolutte nulpunkt ($-273\text{ }^\circ\text{C}$) opfører det sig kvantemekanisk og kan antage nye eksotiske faser som fx et kvantekondensat. Thouless og Kosterlitz forskede i 1970'erne i topologiske faseovergange i 2D materialer, hvilket resulterede i en helt ny forståelse af lav-dimensionelle faseovergange, som blev kaldt Kosterlitz-Thouless (KT) faseovergangen.

I 2D-materialer ved lav temperatur danner små hvirvler par. Ved en kritisk temperatur sker KT-faseovergangen, hvor parret bestående af en hvirvel og en antihvirvel splittes op, og hver hvirvel bevæger sig i sin egen bane. Forklaringen af fysikken bag KT-faseovergangen er en af de vigtigste opdagelser indenfor faststoffysikken.

Thouless og Haldane forklarede i 1980'erne kvante-Hall-effekten – det, at Hall-effekten ved lave temperaturer i 2D-systemer er kvantiseret – ved topologi og topologiske

invarianter, der kun kan antage heltalsværdier. Forskningen i topologiske materialer kan bruges til at fremstille qubits (enhedsbærere af kvanteinformation) og kan blive altafgørende for udviklingen af kvantecomputeren.



Figur 1. En bold kan strækkes og bøjes til en kop uden hank da de er topologisk ens, mens det kræver en trinvis ændring at få en hank i koppen, da de er topologisk forskellige. Den trinvise ændring, at tilføje et hul til objektet, kan sammenlignes med kvante-Hall-ledningsevnen, som kun ændres i kvantiserede trin. Fra nobelprize.org.

Litteratur

- [1] The Nobel Prize in Physics 2016 (med uddybende artikler), www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2016/.