

Mørkets hastighed

Michael Cramer Andersen og Michael Agermose Jensen, Christianshavns Gymnasium

En elev spurgte i en fysiktime om mørket også havde en hastighed ligesom lyset? Har mørket samme hastighed eller kan det bevæge sig hurtigere end lyset? To lærere giver hver sit bud og en professor i fysik svarer.

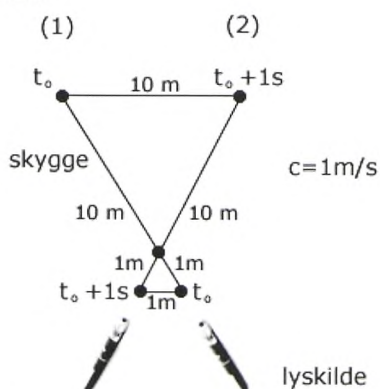
I en fysiktime spurgte Sarah fra 2x på Christianshavns Gymnasium, om "mørket" havde en hastighed ligesom lyset og om det kunne bevæge sig hurtigere end lyset?

Fysiklæreren (MCA) svarede: "En skygge, som er *fravær af lys*, må også overholde fysikkens love og kan derfor maksimalt flytte sig med lysets hastighed."

Sarah diskuterede det bagefter med sin klassekammerat Jonathan og de spurgte deres matematiklærer (MAJ), som desuden er fysiklærer. Han gav et andet svar: "Mørke er jo *immaterielt* og er derfor ikke begrænset til at bevæge sig med lysets hastighed."

Problemet blev nu diskuteret på lærerværelset under frokosten. Fysiklæreren skitserede en solformørkelse, hvor Månens skygge fungerer som en kæmpe viser. Månens skygge på Jordens overflade bevæger sig tværs henover Jorden med en hastighed af flere tusinde km/t. Selv hvis Månens skygge strakte sig uendelig langt ud i rummet, ville skyggens bevægelse tværs henover et himmellegeme ikke kunne få en vilkårlig høj hastighed. En plet der skifter fra skygge til lys vil stadig først blive oplyst når den rammes af fotoner fra Solen, der slipper gradvist forbi Månens rand – med lysets hastighed. Skyggen bliver ikke dannet momentant og man må forvente en modifikation i begge ender af skyggen.

Matematiklæreren var næsten tilbøjelig til at acceptere forklaringen, men gav sig ikke helt. Efter at have sovet på det vendte han tilbage med et tankeeksperiment.



I situation (1) peger lyskilden i nederste højre hjørne mod øverste venstre hjørne i en ligesidet trekant med sidelængde 10 m. Lyset passerer et objekt, så der dannes en skygge i (1).

Lyskilden bevæger sig nu mod venstre med lysets hastighed, der for simpelhedens skyld sættes til $c = 1 \text{ m/s}$. Under bevægelsen, fra $t = t_0$ til $t = t_0 + 1 \text{ s}$, flytter skyggen sig 10 m hen til (2). Men så har skyggen bevæget sig med hastigheden $v = 10 \text{ m/s} = 10 \cdot c$.

Men er dette muligt? Ved en første analyse af problemet ses det, at skyggen først begynder at bevæge sig efter 10 s. Men selv med denne forsinkelse har den en hastighed der er 10 gange større end lysets hastighed. Er dette den korrekte fysiske forklaring? Hvis ikke, hvad er der så galt? For at få en afklaring på problemet har KVANT sendt spørgsmålet til professor *Benny Lautrup* fra Niels Bohr Institutet der svarer:

"Lad os forestille os to planeter ét lysår fra hinanden og begge 10 lysår fra Jorden. Hvis der kun er én lyskilde, der skinner på begge, vil begge planeter opleve, at lyset slukkes samtidig 10 år efter, at lyskilden slukkes. Lad os dernæst i stedet forestille os, at en uigennemsigtig plade føres hen foran lyskilden, så at den først dækker fuldstændigt efter ét sekund. Da vil lyset 10 år senere først gå ud på den ene planet og ca. et sekund efter på den anden (her ser vi bort fra diffraktion). Det er derfor indlysende, at skyggen kan bevæge sig langt hurtigere end lyset, helt op til uendelig hurtigt. Men skyggens bevægelse kan ikke bruges til at sende en meddelelse mellem planeterne, fordi det ville kræve, at den ene planet instruerede skyggedanneren om at bevæge pladen på en passende måde. Denne instruktion tager 10 år om at nå frem, så den samlede tid, det ville tage for at få meddelelsen frem til den anden planet, ville være 20 år. Det ville da være langt nemmere at sende meddelelsen direkte, for det tager kun 1 år.

Samtidige – eller næsten samtidige – korrelerede begivenheder, som observation af skyggen på de to planeter, er ikke kausalt forbundne, men fremkaldes altid kausalt af tidligere begivenheder, som skyggepladen i eksemplet. I kvantemekanikken bliver korrelerede begivenheder endnu mere spøgelsesagtigt forbundne, men der er stadigvæk ikke tale om en kausal sammenhæng mellem dem (se min artikel om "Einstein og virkeligheden", Kvant nr. 2, maj 2005)."

En skygge kan altså bevæge sig hurtigere end lyset! Tegneseriehelten Lucky Luke, der ellers har ry for at være "hurtigere end sin egen skygge", kan altså godt en dag blive overrasket (tegning fra www.comicwiki.dk).

