

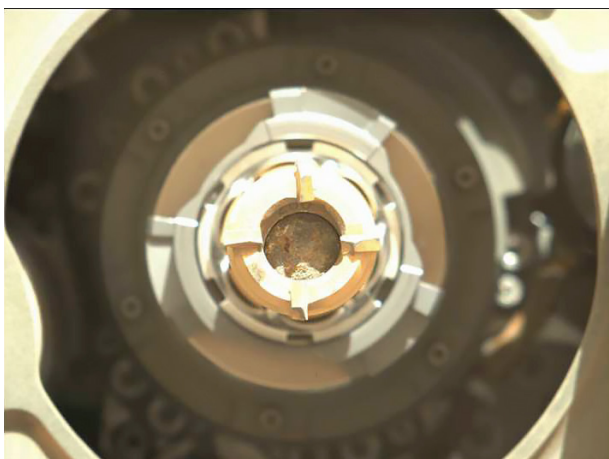
Kvant-nyheder

Christine Pepke Gunnarsson, Kvant

Update fra Mars

RUMFORSKNING. Det er lykkedes roveren Perseverance, der på nuværende tidspunkt udforsker Jezerokrateret på Mars, at opsamle to prøver fra et klippestykke. Prøverne stammer fra en klippe, der ser ud til at have været i kontakt med vand for længe siden.

Perseverance er udstyret med en 2 m lang robotarm, hvorpå der bl.a. er monteret en boremaskine, således at Perseverance kan bore og udtage en prøve fra klippesten. Prøven bliver herefter forseglet og opbevaret inde i roveren i en lufttæt titaniumbeholder. Perseverances udtagningsystem består af over 3.000 dele, og er det mest komplekse apparatur, der nogensinde er sendt ud i rummet.



Figur 1. Borekerneprøve i et af Perseverances prøvetagningsrør.

Perseverance forsøgte allerede i august at bore og udtage en prøve, men klippestenen var for blød, så prøven smuldrede. I starten af september lykkedes det med en anden klippesten, og Perseverance sendte billeder tilbage til Jorden af den udtagne prøve og af klippestenen, hvor man kan se de to huller, der er boret. Hver prøve er ca. en halv cm i diameter og 6 cm lang. Klippestenen, som der blev boret i, har fået navnet Rochette, og er en basaltisk sten, som muligvis stammer fra størknet lava.

Hvis klippestenen har været udsat for vand i længere tid, kan der være beboelige nicher inde i klippestenen, hvor der kan have været mikrobielt liv. Forskerne leder særlig efter salt, da salt er et tegn på, at der har været vand, og da salt kan bevare tegn på liv. Saltminerale i klippestenens kerne kan have indfanget små bobler af vand, der vil kunne fortælle forskerne, om der har været mikrobielt liv på Mars og give informationer om det fortidige klima.

Forskerne forventer, at Perseverance opsamler flere prøver i krateret, og den har plads til at opbevare 43 beholdere. Det er planen, at fremtidige missioner skal

tage prøverne med tilbage til Jorden, og NASA satser på at kunne hente dem omkring år 2030.

Perseverance kan køre ca. 100 m om dagen og har i alt rejst 1.200 m, siden den begyndte at køre i marts.

Forskerne vil ud fra hver prøve bestemme klippestenens alder, og hver enkelt prøve vil derfor være en vigtig brik i puslespillet af kraterets historie og være med til at danne en tidslinje over begivenhederne.



Figur 2. Klippestenen Rochette hvor Perseverance har udtaget de to prøver kaldet Montdenier og Montagnac.

NASA har også lavet to online-aktiviteter, hvor man ved hjælp af Perseverance og software kan udforske Jezerokrateret. Den ene aktivitet hedder "Udforsk med Perseverance", og giver mulighed for at følge roveren, som om man selv var på Mars. Den anden aktivitet "Hvor er Perseverance?" viser lokationen af roveren og Ingenuityhelikopteren, og giver mulighed for at følge deres rejse.

Kilde: NASA.

Fysikstuderende løser matematisk problem

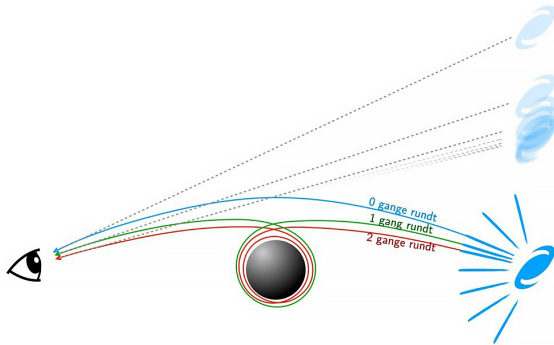
ASTROFYSIK. Når lys bevæger sig forbi et sort hul bliver det afbøjet, da rumtiden krummer omkring det sorte hul. Faktisk kan lysstrålerne blive så afbøjede, at de kan nå rundt om det sorte hul flere gange. Derfor vil man tæt på det sorte hul se flere billeder af det samme objekt, dog mere og mere forvrænget, hvor det ser ud som om hvert objekt befinder sig i den retning, som lysstrålen kommer fra (se figur 4).

For at se fra et billede af objektet til det næste billede, skal man kigge en faktor $e^{2\pi}$ tættere på det sorte hul. Dette resultat har været kendt længe, men det er først nu lykkedes en fysikstuderende ved Niels Bohr Institutet at bevise det ved at bruge nogle matematiske tricks. Faktoren $e^{2\pi}$ er et resultat af tyngdekraftens virkning tæt på sorte huller, og derfor kan løsningen bruges til at undersøge og teste tyngdekraften.



Figur 3. En skive af glødende gas hvirvler ned i det sorte hul "Gargantua" fra filmen Interstellar. Fordi rummet krummer omkring det sorte hul, kan man se om på dets bagside og se den del af gasskiven, som ellers ville være skjult af hullet.

Metoden kan generaliseres til også at kunne bruges til sorte huller, der roterer. Når det sorte hul roterer meget hurtigt, behøver man ikke længere at komme en faktor $e^{2\pi}$ (ca. en faktor 535) tættere på det sorte hul for at se det næste billede, men kun en faktor 50 eller 2 gange tættere på det sorte hul. Det betyder, at jo hurtigere det sorte hul roterer, jo nemmere bliver det at se billederne.



Figur 4. Lyset fra den bagvedliggende galakse snurrer rundt om et sort hul flere og flere gange, jo tættere det passerer hullet, og vi ser derfor den samme galakse i flere retninger (tegning: Peter Laursen).

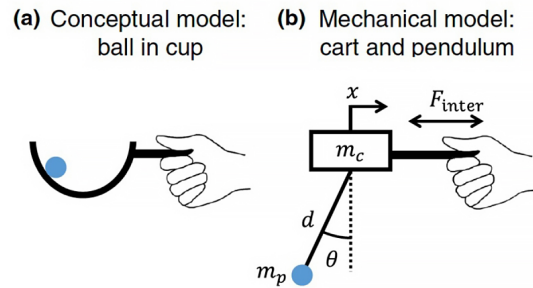
Når man skal kigge en faktor $e^{2\pi}$ tættere på det sorte hul for hvert nyt billede, bliver billederne hurtigt klemt sammen i et forvrænget og ringformet billede helt tæt på det sorte hul. Men når det sorte hul roterer, og man ikke skal kigge så tæt på for at se det næste billede, er der plads til ekstra billeder. Det giver mulighed for at vi lettere kan bekræfte teorien ved at observere roterende sorte huller. Vi kan også få viden om galakserne bag de sorte huller. Da rejsetiden for lyset stiger med antallet af gange som lyset skal bevæge sig rundt om det sorte hul bliver de efterfølgende billeder forsinket, hvilket giver os mulighed for at se begivenheder i de bagved liggende galakser, fx en supernovaeksplosion, igen og igen.

Kilde: Albert Sneppen, Divergent reflections around the photon sphere of a black hole, Scientific Reports (2021).

Komplekse kaffebærer-strategier

KOMPLEKS KONTROL. At gå med en varm kop kaffe eller te, er noget de fleste gør hver dag, uden at tænke mere over det, men det involverer en masse fysik, der – hvis man vælger den rette strategi – sørger for, at man ikke spilder.

En kop kaffe er et komplekst objekt med indre frihedsgrader, der vekselvirker med bæreren. Det er ikke let at studere interaktioner med komplekse objekter, selvom vi let selv kan udføre dem. Men denne forståelse er vigtig, særligt for udviklingen af robotter. Forskerne bag studiet forventer at robotter i fremtiden vil blive brugt til kompleks kontrol af objekter, hvilket kræver den samme koordination og kontrol, som mennesker har. Her er variationen i frekvens vigtig. Hvis robotten fx skal gå et kort stykke, kan frekvensen godt variere en del, men hvis robotten skal gå et længere stykke, er det vigtigt at vælge gå-frekvensen omhyggeligt.



Figur 5. Kaffebærerstrategier.

Forskerne har undersøgt, hvordan mennesker bærer en kaffekop, i form af en skål med en bold i, og de har studeret, hvordan deltagerne håndterer dette komplekse objekt. Deltagerne bevægede skålen i en rytmisk bevægelse, hvor de havde mulighed for at ændre både kraft og frekvens for at sørge for, at bolden blev i skålen. Det viste sig, at deltagerne valgte enten en lavfrekvensstrategi eller en højfrekvensstrategi for den rytmiske bevægelse. Ved den lavfrekvente strategi var bevægelsen af skålen og bolden synkroniseret i fase, mens synkroniseringen ved den højfrekvente strategi var ude af fase. Da begge strategier var effektive, er det muligt at nogle deltagere undervejs skiftede strategi. Forskerne har derfor studeret overgangen mellem synkroniseringen i fase og ude af fase ved hjælp af en dynamisk model af et pendul fastgjort til en vogn i bevægelse, for at svare på hvordan en overgang sker fra at være i-fase-synkronisering til ude-af-fase-synkronisering, altså fra lavfrekvensstrategi til højfrekvensstrategi. De har fundet ud af, at afhængigt af den kraft, hvormed frekvensen ændres, sker faseovergangen enten ved resonansfrekvensen eller et sted mellem i-fase- og ude-af-fase-synkroniseringen.

Resultatet viser, at mennesker kan skifte brat og effektivt mellem høj- og lav frekvensstrategier, og denne mekanisme vil forskerne gerne kopiere og udnytte til at designe smarte robotter, der kan håndtere komplekse objekter. Måske bliver det i fremtiden muligt, ikke kun at få en kop kaffe serveret af en robot, men ligefrem også at vælge, med hvilken strategi robotten skal benytte for at undgå at spilde kaffen.

Kilde: Brent Wallace m.fl. (2021) Synchronous Transition in Complex Object Control, Physical Review Applied, DOI: 10.1103/PhysRevApplied.16.034012.