

KVANT

Juni
2006

2

Tidsskrift for Fysik og Astronomi 17. årgang



- TOTAL SOLFORMØRKELSE
- LANDING PÅ TITAN
- STARDUSTS HEMMELIGE MISSION
- FREMTIDEN FOR DANSK FYSIK
- SPØRGSMÅL OM HUBBLES KONSTANT
- MÅL TYKKELSEN AF ET HÅR
- KVANT-NYHEDER
- AKTUELLE BØGER

LØSSALGSPRIS: 40 KR

KVANT

Tidsskrift for Fysik og Astronomi

c/o Niels Bohr Institutet
Universitetsparken 5
DK-2100 København Ø

Hjemmeside : www.kvant.dk
E-mail : kvant@kvant.dk

Udgives af

Astronomisk Selskab,
Dansk Fysisk Selskab,
Dansk Geofysisk Forening,
Selskabet for Naturlærens Udbredelse,

Redaktion

Michael Cramer Andersen (ansv. red.)
Ordrup Gymnasium
Camilla Bacher (AS)
Mærsk Olie & Gas
Jørgen Friis Bak, Aarhus Universitet
Jørn Johs. Christiansen (SNU)
Torsten Freltoft, Sophion Bioscience A/S
Mogens Esrom Larsen,
Matematisk Institut, KU
Sven Munk (nyhedsredaktør)
John Rosendal Nielsen (nyhedsredaktør)
Jens Olaf Pepke Pedersen,
Danmarks Rumcenter
Finn Berg Rasmussen, Ørsted Lab, KU
Svend E. Rugh

Abonnementspris : 160 kr/år.

Kvant udkommer 4 gange årligt og er medlemsblad for de udgivende selskaber.
Henvendelser vedr. abonnement til forretningsfører Lene Körner tlf. 35 32 07 62 (koerner@kvant.dk).

Annoncpriser

1/1 side: 3000 kr, 1/2 side: 1600 kr
1/4 side: 1000 kr, farvetillæg: 1800 kr
Priserne er excl. moms og for reproklart materiale. Henvendelser om annoncer til redaktøren, tlf. 22 67 26 42.

Oplag: 2500. Tryk: P.J. Schmidt A/S,
Vojens. ISSN 0905-8893



Produktionsplan

Nr. 3-06 udkommer ca. 1. september
Nr. 4-06 udkommer ca. 15. december
Deadline for mindre bidrag og annoncer er ca. en måned før, længere artikler skal modtages to måneder før.

Indhold:

Har Dansk Fysisk Selskab udspillet sin rolle?

Jørgen Schou 3

Fremtiden for DFS

Klaus Seiersen 4

Årsmøde i det tyske fysiske selskab

Bjarne Andresen 5

Total solformørkelse den 29. marts 2006 over Egypten

Janaki Lund Jensen 6

Et spørgsmål om Hubbles konstant

Gorm Simonsen 8

KVANTE-stigen – diskussion af fysiklærebøger 9

Indtryk fra en total solformørkelse set i Tyrkiet

Michael Cramer Andersen 10

Total solformørkelse over Danmark 1851 – første del

Michael Cramer Andersen 12

KVANT-nyheder

John Rosendal Nielsen og Sven Munk 13

Landing på Titan

Jens Olaf Pepke Pedersen 17

Stardusts hemmelige mission og fremtidens rumrejser

Kim Nielsen 21

Præsidentens beretning ved SNU generalforsamling den 3. april 2006

Dorte Olesen 23

Kasserollehåndtag – breddeopgave 24 med didaktisk kommentar

Jens Højgaard Jensen 24

Aktuelle bøger 26

Fysikforsøg: Mål tykkelsen af et hår

Klaus Seiersen, redigeret af John Rosendal Nielsen 27

Rumteleskopet fejrer jubilæum med billeder af M82

John Rosendal Nielsen Bagsiden

Forsiden viser Solens korona fotograferet under den totale solformørkelse den 29. marts.

Læs to beretninger om fænomenet observeret fra Egypten og Tyrkiet – på henholdsvis side 6 og 10.
Foto: Christian Kappel Jensen.



Bestilling af ekstra eksemplarer af dette nummer (40 kr. per stk. inklusiv forsendelse) kan ske på kvant@kvant.dk så længe lager haves.

Har Dansk Fysisk Selskab udspillet sin rolle?

Jørgen Schou, formand for Dansk Fysisk Selskab.

Har Dansk Fysisk Selskab udspillet sin rolle? Har Dansk Fysisk Selskab sin berettigelse? Interesserer selskabets arbejde ikke fysikerne mere, og udfylder selskabet ikke den bredt samlende rolle i dansk fysik, som det oprindeligt var tiltænkt? Klaus Seiersen fra Århus har i et nyligt debatoplæg rettet en skrap kritik mod – hvad han finder – selskabets lave aktivitet, den manglende professionalisme, det alt for dyre årsmøde og mangel på fornyelse. (Indlægget kan læses på DFS' hjemmeside i sin helhed: www.dfs.nbi.dk).

Jeg skal være den første til at beklage, at DFS forspildte en enestående chance for at bringe fysik på dagsordenen i Danmark under verdensfysikåret 2005. Hvorfor sætter vi så ikke en lang række aktiviteter i gang nu? DFS er som andre faglige organisationer afhængige af entusiastiske bestyrelsesmedlemmer i hovedbestyrelsen såvel som i sektionsledelserne. Det er forskere og undervisere, der har lige så travlt som andre fysikere i Danmark. Det er svært at finde folk, der har overskud til at igangsætte initiativer oven i det daglige arbejde, og det sætter ganske enkelt en grænse for, hvad selskabet kan starte. Det er bestyrelsens klare mening, at kontingentet måske skal hæves lidt fra det nuværende, men vi skal ikke bringe det op på et niveau, hvor vi kan betale professionelle strømlinede sagsbehandlere som i Dansk Magisterforening eller Ingeniørforeningen. Hvor mange vil betale 300 kr. i kvartalet til DFS for hurtigere at få rettet deres adresse og e-mail eller for at sende danske fysikrepræsentanter til mange organisationsmøder i udlandet? Vi har ikke over 10.000 medlemmer som de store selskaber i udlandet eller fonde, der kan finansiere vores aktiviteter. Reelt set har selskabet efter at Kvant, et af vores fyrtårne, og Europhysics News er betalt ca. 60.000 kr. til rådighed hvert år. Det skal dække udgifter til medhjælp, arrangementer i sektionerne, rejser til bestyrelsen og frem for alt give os mulighed for at afholde et ordentligt årsmøde. Dette beløb svarer til hvad en enkelt forskerskole kan have til rådighed om året. Derfor er vi afhængig af frivillig arbejdskraft, der ikke altid kan opretholde et serviceniveau, som man finder i sin lokale bank.

Så er der vores årsmøde, som af mange er kritiseret for at være for dyrt og luksuriøst! DFS' årsmøde er det eneste brede møde i Danmark, efter at forskerskolerne har overtaget alle specialområder. Men efter min mening er der stadig brug for et møde, hvor man kan høre bredt orienterede foredrag om andre emner end lige ens eget. Vi har i de senere år fået bl.a. frem-

ragende astrofysiske forskere og attosekundlaserens opfinder, Ference Krausz, til at komme til årsmødet, personer der skulle kunne tiltrække et langt større publikum end det desværre var tilfældet. Samtidigt giver vi også nogle af vores ph.d.-studerende lejlighed til at få foredragstid udenfor deres egen institution, noget der ellers efterhånden er svært at få. Nyborg Strand er ikke helt billig, indrømmet! Men der er gode foredragssale og muligheder for parallelsessioner, og infrastrukturen er på plads. Et lignende arrangement på f.eks. Syddansk Universitet ville kræve hotelovernatning i Odense by og ville med tre måltider alligevel komme op på 1500-1700 kr. med mindre man dropper al fællesspisning og alle sociale aktiviteter, som jo også er en del af programmet. Generalforsamlingen finder traditionelt sted på årsmødet. Det er normalt ikke det store tilløbsstykke, men er nyttigt for også at få folk til at komme og blive på årsmødets anden dag. Direkte valg af hovedbestyrelsesmedlemmerne på generalforsamlingen, mener bestyrelsen er helt udelukket. Dels er det aldrig muligt for alle at komme, dels er der jo en grund til at vi ikke ved direkte valg vælger vores ministre, men stemmer på medlemmer, vi har tiltro til via brede valg. Bestyrelsen har under alle omstændigheder i sinde at nedsætte et udvalg på generalforsamlingen til at modernisere vedtægterne.

Vi vil gerne starte en diskussion om DFS' fremtid og vil bede kendte personer indenfor Dansk Fysik, deriblandt tidligere formænd, om at fremlægge deres mening om DFS' fremtidige virke. Disse indlæg vil løbende blive fremlagt på DFS hjemmeside, ligesom der vil blive stillet plads til rådighed i Kvant. Andre indlæg vil også være velkomne. Der vil blive udskrevet valg efter vedtægterne til hovedbestyrelsen med sidste kandidattilmelding fredag den 9. juni. Endelig vil jeg på bestyrelsens vegne opfordre alle til at komme til årsmødet og generalforsamlingen.



Jørgen Schou, dr. scient. Ansat ved Forskningscenter Risø, Afd. for Optik og Plasmaforskning. Arbejder med intens laserbestråling af overflader, bl.a. for at lave tyndfilm af nye materialer. Formand for DFS fra december 2005.

Fremtiden for DFS

Af Klaus Seiersen, menigt medlem af Dansk Fysisk Selskab.

Som nævnt i lederen af dette blad har jeg valgt at skrive et debatoplæg om Dansk Fysisk Selskab, et oplæg der blev sendt til bestyrelsen i midten af april. Oplægget skal ikke læses som et oprørsk, surt opstød, men derimod som en peptalk med forslag til, hvordan selskabet kan gøre meget mere, end det gør i dag. Lad mig starte med at give en baggrund for oplægget.

Jeg har været medlem af Dansk Fysisk Selskab siden sidst i 1990'erne, hvor jeg var ph.d.-studerende på Aarhus Universitet. Det medførte, at jeg flere gange fik lejlighed til at deltage i selskabets Årsmøde, og jeg har dermed også modtaget Kvant gennem mange år. Således har jeg kendt til foreningen og foreningens arbejde i mange år, og som almindelig interesseret i foreningsarbejde har jeg ved flere lejligheder diskuteret selskabet med andre fysikere.

I 2005 fik jeg mulighed for at arbejde for organisationen EuroPhysicsFun.org, hvilket har ført til talrige rejser rundt i verden, inklusive en tæt kontakt til fysikere og fysiske selskaber i hele Europa. Og her bliver man ofte overrasket og imponeret – og måske en anelse misundelig – over hvilke aktiviteter, der finder sted i andre lande.

- Indledningsvis bør vi sætte en målsætning om, at alle fysikere skal være med i selskabet. Alle skal føle, at de som fysikere får noget ud af at være medlem af Dansk Fysisk Selskab, ligesom fysiklærerne bør være formelt repræsenterede i ledelsen; og ikke som nu gennem en observatør.
- Vi skal være mere aktive inden for formidling. Det kan for eksempel gøres med et offentligt arrangement på Årsmødet, som man gør det i visse andre lande. Vi bør desuden være aktive i Dansk Naturvidenskabsfestival, hvor vi med forholdsvis få ressourcer kan ride med på en stor markedsføringsindsats.
- Generelt kan man lære overraskende meget af vores udenlandske søsterorganisationer, og der skal trækkes mange flere erfaringer fra udenlandske selskaber. Man kunne for eksempel sende repræsentanter til andre landes årsmøder, og man kunne sørge for at abonnere på forskellige medlemsblade. Tilsvarende bør vi invitere andre selskabers formænd til vores eget årsmøde.

- Et direkte valg på generalforsamlingen vil skabe meget mere synlighed om bestyrelsen og debat om foreningens arbejde, og det engagerer foreningens medlemmer. Som det er nu, kører foreningen bare videre af sig selv. Det er en sovepude, og det er i høj grad skyld i, at foreningen er så svag og passiv, som den desværre er.
- Hvilke aktiviteter foregår der egentligt i selskabets sektioner? Vores medlemmer ved det faktisk ikke, og man kan frygte, at flere sektioner ganske enkelt ikke laver noget. Der bør komme løbende information ud til vores medlemmer, og sektionernes interne forretningsorden skal beskrives, hvis sektionerne skal have lov til at vælge repræsentanter til bestyrelsen. Der bør være et aktivitetskrav til sektionerne.
- Årsmødet bør ikke afholdes på et dyrt hotel. Dem, der deltager i årsmødet nu, er kun dem der får det betalt. Det afskærer for eksempel gymnasieelever og fysiklærere. Årsmødet kan med fordel gå på skift mellem de 3 største universiteter. Dermed kan man også stifte bekendtskab med fysikmiljøerne andre steder end på sit eget institut. Det er der for eksempel behov for blandt de studerende, der sjældent møder andre miljøer end deres egne institutter.

Herhjemme kan man sige, at Dansk Fysisk Selskab kun laver Årsmøder og bidrager til at udgive Kvant! Dette er naturligvis en yderst grov forenkling, og der har da også været flere spændende tiltag i tiden løb; senest et debatmøde om fysikundervisningen på universiteterne. En del medlemmer vil dog givetvis kunne nikke genkendende til beskrivelsen, og spørgsmålet er, om der ikke kan findes kræfter i selskabet til at lave noget mere?

Den primære hensigt med debatoplægget er netop at skabe den debat, og det håber jeg vil lykkes. I hvert fald synes jeg, det er spændende, at Kvant nu vil lægge spaltepads til tidligere formænds holdninger om selskabets fremtid, og dermed er fundamentet for en god debat i hvert fald på plads. Det bliver interessant at følge.

Det siger sig selv, at et forøget ambitionsniveau også vil kræve en større indsats fra bestyrelsesmedlemmerne, og det vil der naturligt nok være flere, der ikke ønsker at bidrage med, hvilket er helt i orden. Vi er dog i et valgår for Dansk Fysisk Selskab, og på grundlag af denne debat kan der være flere, der kunne få lyst til at stille op. Man kunne jo forestille sig, at grunden til, at det er svært at finde folk til arbejdet, netop er, at folk ikke føler, det er værd at bruge kræfter på DFS, og at flere vil finde arbejdet interessant, hvis aktivitetsniveauet er højere.

Jeg kan i hvert fald kun opfordre landets fysikere til at overveje en periode i bestyrelsen. Og her er det vigtigt at påpege, at bestyrelsesarbejdet ikke kun er forbeholdt landets lektorer og professorer på universiteterne! Hvorfor ser vi ikke flere gymnasielærere, hospitalsfysikere, museumsformidlere og de mange, mange fysikere, der er ansat i det private erhvervs-

liv, deltage i foreningsarbejdet? Udgangspunktet for debatoplægget er netop, at alle danske fysikere bør føle, at de kan få noget ud af et medlemskab af DFS.

Med håb om en god debat! Hele debatoplægget kan læses på www.dfs.nbi.dk.



Klaus Seiersen, ph.d. indenfor eksperimentel atom- og molekylfysik. Arbejder for EuroPhysicsFun.org, som har kontor på Institut for Fysik og Astronomi på Aarhus Universitet. Han har startet Fysikshowet i Århus, været formand for UNF Århus samt lavet Fysikbasen.dk. Under Korean Science Festival, august 2005, viste han forsøg til en gruppe koreanske fysikstuderende.

Årsmøde i det tyske fysiske selskab

Af Bjarne Andresen, Niels Bohr Institutet.

Dansk Fysisk Selskab blev, i lighed med andre fysiske selskaber i Europa, indbudt af Deutsche Physikalische Gesellschaft til at deltage i prisuddelingerne ved deres 70. årsmøde i München den 21.22. marts 2006. Dette var en fremragende lejlighed til at udveksle erfaringer med formændene for vores søsterorganisationer.

Specielt vil jeg fremhæve min samtale med den kommende formand for Deutsche Physikalische Gesellschaft, professor Eberhard Umbach fra Universität Würzburg. Med sine over 50.000 medlemmer er Deutsche Physikalische Gesellschaft det største nationalselskab i European Physical Society. Denne, sammenlignet med Dansk Fysisk Selskab, imponerende størrelse skyldes ikke udelukkende, at Tyskland er så meget større end Danmark. Det blev klart, at Deutsche Physikalische Gesellschaft er langt bedre end vi til at rekruttere unge medlemmer og fysikere ansat i industrien.

Deutsche Physikalische Gesellschaft er meget synlig i gymnasierne, og en del af de uddelte priser gik til fremragende gymnasiaster såvel som til gymnasielærere, der står bag disse studenter. Både deltagelse i den internationale fysikolympiade og fine eksamensresultater belønnes, dels med en præmie og et diplom, dels med et gratis medlemskab af Deutsche Physikalische Gesellschaft. Som en selvfølge var alle prismodtagere inviteret med til årsmødet. Ikke bare skaffer et sådant initiativ nye unge medlemmer, det sætter også fokus på fysikfaget og tiltrækker flere stude-

rende til faget. Et eksempel til efterfølgelse. Professor Umbach tilbød generøst at stille Deutsche Physikalische Gesellschafts erfaringer og metoder til rådighed for Dansk Fysisk Selskab.

Af de ærede formands- og politiske taler ved nogle af de seniore prisoverrækkelser blev det klart, at diskussionerne om bachelor-master forløb efter paneuropæisk model, med reduceret specialeindhold, politiske krav om forskningens anvendelighed, såvel som politikernes problemer med at leve op til Barcelona målene til forveksling ligner vores.



Bjarne Andresen arbejder bl.a. med statistisk optimering, modellering og endeligtids termodynamik ved Niels Bohr Institutet. Han er desuden aktiv i Dansk Fysisk Selskab.

Total Solformørkelse den 29. marts 2006 over Egypten

Janaki Lund Jensen, DARK Cosmology Centre.

Så kom endnu en total solformørkelse i hus. Det blev den sjette totale solformørkelse, som jeg har oplevet og endnu engang var det et helt fantastisk og ubeskriveligt syn!

Den 27. marts rejste jeg sammen med en større gruppe danskere til Egypten for at se at solen går i sort. Vi landede i Sharm el Sheikh på sydspidsen af Sinai-halvøen om eftermiddagen og blev derefter indkvarteret på Mövenpick Golf Hotel. Det var et meget flot og dejligt hotel, som lå helt ned til det Røde Hav. Næste morgen skulle vi afsted kl. 6.00 fra hotellet for at krydse Sinaiørkenen. Vi stoppede bl.a. for at se Skt. Katarina klosteret og fortsatte videre igennem ørkenlandskabet. Vi passerede Suez kanalen og videre til Cairo, hvor vi nåede frem godt trætte tirsdag aften ved 21.00 tiden til hotel Ramses Hilton.

Onsdag den 29. marts var så den store dag, hvor vi skulle opleve det, som vi alle var kommet for. Den totale solformørkelse. Efter vores rejseprogram skulle vi afsted fra hotellet kl. 3.45 for at flyve til den nordvestlige del af Egypten kun 12 kilometer fra grænsen til Libyen. Til vores store overraskelse blev vore rejseplaner i sidste øjeblik dog ændret, fordi Præsident Mubarak også havde planlagt at se den totale solformørkelse fra samme sted. Derfor skulle der foretages nogle meget omhyggelige sikkerhedscheck af alle turister, som skulle stå i området. Det betød, at vi i stedet skulle op kl. 1.00 om natten og køre fra hotellet senest kl. 2.00. Det blev derfor ikke til mange timers søvn, inden vi skulle være klar til afgang forsynet med en morgenmadsboks fra receptionen. Vi var alle noget klatøjede, da vi satte os ind i bussen for at køre til Cairo lufthavn og vi vidste, at vi havde en meget, meget lang dag foran os. Da vi ankom til Cairo lufthavn var der stort set ingen andre mennesker. Der var charteret et fly fra Air Cairo til os, som stod klar til afgang. Vi fløj ved 3-tiden og turen tog ca. 45 minutter. Så landede vi i El Alamein lufthavn i det nordvestlige Egypten. Derfra kørte vi i turistbusser i 3-4 timer inden vi nåede byen Saloum, hvor vi skulle se den totale solformørkelse.

Da vi kørte igennem byporten blev vi checket, at vi havde tilladelse til at være der. Vi havde hver fået et id kort, som vi skulle bære synligt, mens vi var der og det var nøje planlagt, hvor vi måtte stå og vi måtte ikke på nogen måde ændre på det. Der var et kæmpe opbud af forskellige politi- og militærfolk, som skulle sørge for sikkerheden på området. Da vi kørte igennem Saloum by lige før kl. 8.30, så vejret ud til at være helt fint, men vi skulle køre op til et plateau, hvor vi havde fået tildelt et lille stykke jord til den danske delegation. Da vi nåede op til vores sted, var det helt diset og skyet, så vi blev meget bange for, at det skulle gå helt galt.

Skulle der være total solformørkelse nu, så ville vi ikke kunne se noget som helst og det var bestemt meget skræmmende. Vi spurgte guiderne, om vi ikke kunne køre ned til Saloum by igen og stille os et andet sted, da vejret så mere klart ud der. Centerlinien gik nemlig også igennem Saloum by, så det ville være helt fint at være der. Men vi fik at vide, at det måtte vi ikke, for de egyptiske myndigheder havde nøje planlagt, hvor vi måtte være og det kunne der ikke ændres på overhovedet. Dette skyldtes jo også, at Præsident Mubarak skulle stå et hemmeligt sted og pga. sikkerheden skulle man præcis vide, hvor de turister var, som man havde givet tilladelse til at se den totale solformørkelse fra Saloum. Når jeg rejser på solformørkelsesrejser, er der altid en plan B og en plan C, så vi har et eller to alternative steder, hvor vi kan være i tilfælde af, at vejrforhold eller andre ting driller. Men der var intet at gøre, vi måtte bare håbe, at Solen med sin varme kunne få disen og skyerne til at forsvinde til rette tid.

Det viste sig heldigvis, at det blev mere klart på himlen efterhånden som formiddagen gik. Kl. 11.20 startede formørkelsen og Månen tog sin første lille bid af Solen. Folk jublede over, at det nu var klart vejr og det så ud til, at det ville lykkes for os. Vi tog af og til vores formørkelsesbriller for øjnene for at se på Solen og derefter kiggede vi væk igen. Imens den partielle fase står på, er det meget vigtigt, at man IKKE ser direkte på Solen. Man skal bruge solformørkelsesbriller, som er godkendt til det. Desuden må man ikke stirre med solformørkelsesbriller på Solen i længere tid. Man kan få alvorlige øjenskader og miste synet ved at se på Solens kraftige stråler. Nu var hele dette himmelske skuespil sat i gang og Månen arbejdede sig langsomt men sikkert igennem solskiven. Alle som stod på pladsen fulgte intenst med i begivenheden. Der var ca. 6.000 udlændinge og ca. 3.000 lokale folk samlet for at se denne store begivenhed. Det var nok ikke nær så mange, som man havde forventet. På grund af Muhammedtegningerne havde mange turister valgt at aflyse deres rejse til Egypten.

Kl. 12.38 skete så det alle havde ventet spændt på. Nogle havde, som jeg, ventet på at se en total solformørkelse i flere år. Hvor var den totale solformørkelse her i Saloum et fantastisk smukt syn. Det var meget rørende, da den første diamantring viste sig og dernæst var Solen totalt dækket af Månen. Så stod jeg i de 3 minutter og 55 sekunder, som Månen dækkede totalt for Solen og bare nød synet fuldt ud.



Figur 1. Diamantring-effekten.

Jeg kunne nu med det blotte øje se den helt specielt smukke korona. Baily's perler, som er stråler fra Solen som skinner igennem dale på Månen og som lægger sig som perler på en snor. Det er også den første og den sidste af disse perler, som giver Diamantring-effekten. Jeg kunne se protuberanser, som er energi fra Solen, der bliver slynget mange tusinde kilometer ud i rummet. Desuden kunne jeg se planeten Venus. Det blev skumringsmørkt og noget køligere, så jeg fik gåsehud på armene. Rundt om i horisonten var der et smukt rødt lys, som man ser ved solnedgang. Der var god tid til at iagttage de fantastiske ting, som sker ved en total solformørkelse, selvom disse dyrebare minutter også går utrolig stærkt.



Figur 2. Solens korona under totaliteten.

Så kom det sidste og mest fantastiske. Den sidste Diamantring. Det var nærmest som en kraftig lyskugle, som eksploderede ud fra Solens kant og så skulle solformørkelsesbrillerne hurtigt tages på igen og hele det fortryllende skuespil var slut. Det var helt fantastisk endnu engang at have fået lov til at opleve dette smukke himmelske fænomen og vi var lykkelige over, at

det hele var vel overstået. Vi omfavnede hinanden og talte om, hvad vi hver især havde set. Dernæst var der traditionen tro champagne til alle, imens vi endnu kunne nyde Månens vandring igennem Solen, indtil den til sidst forsvandt helt ud af Solskiven. En total solformørkelse varer i alt ca. 3 timers tid. Det tager ca. 1 1/2 time til den er total og dernæst ca. 1 1/2 time til det hele er slut.

Vi drak champagne og talte alle begejstrede om oplevelserne. Så gik vi hen til vores busser og kørte tilbage 3-4 timer til lufthavnen. Vi fløj i vores chartrede fly i 45 minutter, indtil vi nåede Cairo og derfra blev vi kørt til vores hotel, Ramses Hilton. Det var meningen, at vi skulle fejre det med en gallamiddag om aftenen, men pga. den lange dag og de mange oplevelser, så blev gallamiddagen udsat til dagen efter. Dette var meget klogt, da alle var godt trætte og helt udmattede over begivenheden.

Dagen efter havde vi så en velfortjent gallamiddag med egyptisk underholdning og vi fejrede, at vi havde været så heldige at se en så perfekt total solformørkelse. Et fantastisk smukt syn, som jeg vil kunne leve længe på. Men allerede nu går mine tanker i retning af, hvornår jeg skal se den næste. Den 22. september i år er der en Ringformet solformørkelse i Fransk Guyana i Sydamerika. Der er total solformørkelse den 1. august 2008, som bl.a. kan ses i Sibirien samt noget af Grønland. Desuden kommer der en total solformørkelse den 22. juli 2009 i Kina, så det er nogle af mine planer for fremtiden.

Resten af ugen fik vi tid til at se os omkring i Cairo by med bl.a. et besøg på Cairo museet, citadellet, basaren, pyramiderne i Giza, Memphis og Sakkara, en dagtur til Alexandria og meget andet. Søndag den 2. april kørte vi igen fra Cairo. Vi passerede Suez kanalen og fortsatte videre denne gang ad den sydvestlige kystvej igennem Sinaihalvøen. Ved 16-tiden nåede vi frem til Mövenpick Golf Hotel, hvor vi også havde overnattet den første nat i Egypten. Aftenen bød på et besøg hos nogle lokale beduiner, hvortil selskabet begav sig hen på kameler - som egentlig er dromedarer. Herude under ørkenhimmelen beundrede vi stjernerne og stilheden. Mandag eftermiddag fløj vi så tilbage til Danmark og dermed var min 8. solformørkelsesrejse gennemført med stor succes.



Janaki Lund Jensen er kontorfuldmægtig ved DARK Cosmology Centre og amatørastonom. Hun startede sin interesse for astronomi som 9-årig og har siden 1995 rejst efter solformørkelser. Hun har i dag - 36 år - set 6 totale solformørkelser på Borneo, i Caribien, Bulgarien, Zimbabwe, Australien og Egypten og 2 ringformede solformørkelser i Panama og Madrid.

Et spørgsmål om Hubbles konstant

Redaktionen har modtaget et spørgsmål fra en læser, Gorm Simonsen, fra Htx Hillerød:

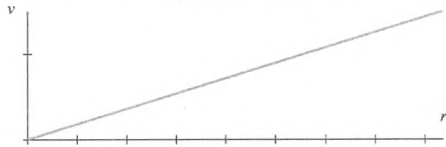
Jeg har glæden af at undervise i bl.a. fysik på A-niveau. I dette fag kan eleverne vælge to valgemner, hvor bl.a. Astronomi er populært – vi arbejder med emner som Universets udvidelse, big-bang, og lignende. Der er en problemstilling som jeg aldrig helt har fået afklaret, og derfor skriver jeg til jer – med håbet om at I kan afklare det for mig (og eleverne). Det handler om Hubbles formel, og hvad den er et udtryk for. Jeg ville gerne have afklaret hvilke af de to modeller som er (mest) rigtig.

En kommentar til teorien

Umiddelbart virker teorien rimelig simpel og ligetil: Universet udvider sig, og dette sker, for os at se, med større og større hastighed jo længere væk vi kommer. Med en formel siger vi

$$v = H_o \cdot r, \quad (1)$$

hvor hastigheden vokser med afstanden r og hvor H_o beskriver hvordan hastigheden vokser.



Et lille problem

Der er dog et lille problem – nemlig relativitetsteorien! Den fortæller os, at en stjerne der er en million lysår væk har faktisk ikke den afstand til os som vi ser, men en lidt større – den har nemlig bevæget sig væk fra os i en million år længere tid end vi kan se!

Hvordan ville Gud have gjort?

Lad os antage vi er gode venner med Gud, og ser ham lave et univers som udvider sig med konstant hastighed. Hvordan ville indbyggerne se det univers? Hvordan ville deres målinger blive, hvis de gentog de målinger vi har lavet? En måling af en stjerne som reelt har afstanden r_{reel} vil måles i en noget kortere afstand, da lyset er nogen tid om at nå frem. Sammenhængen må være

$$r_{\text{reel}} = r_{\text{målt}} + v \cdot t, \quad (2)$$

hvor v står for målt hastighed, og t står for tiden lyset er forsinket med. Denne tid kan lige så godt skrives som $r_{\text{målt}}/c$ og dermed fås

$$v = H_o \cdot r_{\text{reel}} = H_o \cdot \left(r_{\text{målt}} + v \cdot \frac{r_{\text{målt}}}{c} \right). \quad (3)$$

Nu dukker v op to gange i udtrykket, så derfor rydder vi op:

$$v = H_o \cdot r_{\text{målt}} + H_o \cdot v \cdot \frac{r_{\text{målt}}}{c} \quad (4)$$

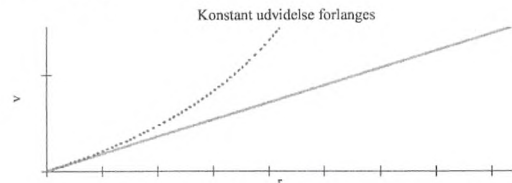
hvilket giver

$$v - H_o \cdot v \cdot \frac{r_{\text{målt}}}{c} = H_o \cdot r_{\text{målt}} \Rightarrow \quad (5)$$

$$v = \frac{H_o \cdot r_{\text{målt}}}{1 - \frac{H_o}{c} \cdot r_{\text{målt}}} = c \cdot \frac{r_{\text{målt}}}{\frac{c}{H_o} - r_{\text{målt}}} \quad (6)$$

Altså et helt andet udtryk!

Nedenfor ses hvordan målingerne ville se ud, hvis dette var rigtigt:



Den rette linie viser hvordan Gud lavede den, mens den stiplede linie viser hvordan indbyggerne ville måle den. Konstant udvidelse forlanges

Men hvordan måtte Gud lave udvidelsen, hvis indbyggerne skulle komme til at måle en ret linie? Dette kan vi svare på ved at sige

$$r_{\text{reel}} = r_{\text{målt}} + v \cdot \frac{r_{\text{målt}}}{c} \quad \text{og} \quad v = H_o \cdot r_{\text{målt}} \quad (7)$$

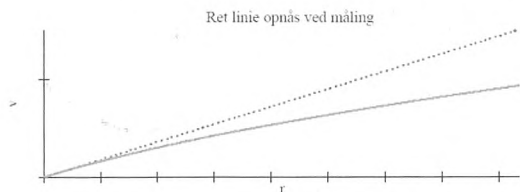
Denne gang er vi interesseret i at bestemme v som funktion af r_{reel} (fordi vi vil se hvordan Universet virkelig opfører sig), hvilket ikke er helt nemt:

$$r_{\text{reel}} = \frac{v}{H_o} + \frac{v}{c} \frac{v}{H_o} = \frac{v}{H_o} + \frac{v^2}{H_o \cdot c} \quad (8)$$

Vi isolerer v :

$$v = \frac{c}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 4 \frac{H_o}{c} \cdot r_{\text{reel}}} - 1 \right). \quad (9)$$

Denne formel ser ikke pæn ud, men i en graf giver det:



Som før er den stiplede linie den målte og den heloptrukne linie viser faktisk udvidelse. Vi ser, at den reelle udvidelse vokser, men flader ud med tiden!

NB! Dette er lavet ud fra en simpel model – en mere grundig gennemgang kan sagtens vise sig at give andre resultater.

Gorm Simonsen
Erhvervsskolen Hamlet

Svar fra Steen Hannestad, kosmolog

Gorm Simonsens tanke er sådan set ok og hans beregninger kommer til at ende rigtigt. Hubbles lov er rigtig i formen

$$v = H \cdot r, \quad (10)$$

hvor H er den øjeblikkelige Hubble parameter og r er den øjeblikkelige fysiske afstand. Hastigheden v kan derfor sagtens blive større end c , bare afstanden er stor nok. Hvorfor er det ikke et problem mht. relativitetsteorien? Fordi den specielle relativitetsteori siger, at en foton altid bevæger sig med lysets hastighed i forhold til en lokal observatør. Vi kan jo, som han også gør opmærksom på, ikke se galaksen som den ser ud nu.

KVANTE-stigen

– diskussion af fysiklærebøger

Kommentar: Fysiklærebøger

Bog anmeldelserne af to fysiklærebøger i marts nummeret af Kvant har affødt en kommentar fra en læser.

FysikCbogen, Systime 2005 er ikke nyskrevet, men en omskrivning af "Fysikbogen", Gads forlag 2002 af Elvekjær. Det meste af indledningen og store dele af afsnittet om lys og brydningsloven er direkte afskrift, blot støvsuet for formler. Ikke at der er noget i vejen med at genbruge materiale, men her er altså tale om en neddrolet Fysik B bog til det nye fysik C. Jeg synes også man skylder læserne, at fortælle dem at Elvekjær og Benoni har en FysikABbogen1 til A- og B-niveauet, der minder en del mere om det gamle B- niveau.

"Spektrum – Fysik C" er efter min mening decideret uegnet til undervisning til B-niveau på 1. år. Bogen er ret flot og indbydende og vil sikkert appellere til elever på sproglige studieretninger. Men den er klinisk rensket for formler, se f.eks. afsnittet om verdensbilleder. Gyldendal har allerede et bogsæt til B-niveau, "Spektrum Fysik I" og "Spektrum Fysik II", af Clausen, Hartling og Both. På Christianshavns Gymnasium, hvor jeg er ansat, har vi valgt denne bog til B-niveau suppleret med gamle bogsæt. Til C-niveau har vi valgt "Vejen til Fysik C", der bygger på de gamle Naturfagsbøger fra Silkeborg (Hax). Det er den eneste C-bog der har valgt at bibeholde lidt af den matematiske del af fysikfaget.

Som det fremgår, er vi ikke store tilhængere af den separation af matematik og fysik der er lagt op til i det nye Fysik C. Timetallet i Fysik C er mindre end fysikdelen i det gamle naturfag. Det burde efterhånden være alment kendt at fysikundervisning som "Science" efter amerikansk model – dvs. *danskundervisning* i fysiktimerne, hvor det er vigtigere at have en mening om tingene end at kunne regne efter selv – er fuldstændig uegnet som basis for videre uddannelse i naturvidenskab.

Meningen med fysik i gymnasiet må være en introduktion til den naturvidenskabelige metode og dertil hører altså en matematisk formalisme i større (fysik og kemi) eller mindre grad (biologi og naturgeografi). Fjerner man fysikkens forankring i matematik fjerner man samtidig muligheden for at argumentere på et dybere niveau.

Til eksempel: Keplers love. Hvor kommer de fra? Det er da ikke rimeligt at stikke dem ud og sige (Spektrum Fysik C, s. 35f), at det løste problemet (i sig selv en videnskabs-historisk tvivlsom påstand) med Tycho Brahes målinger af Marsbanen, uden at man i den forbindelse nævner at én af

Det er jo også derfor at Hubbles lov måles som funktion af rødforskydning, ikke afstand. Man er nødt til at se på, hvordan en foton bevæger sig gennem Universet fra udsendelse til absorption. Det gøres ved at løse ligningen (hvor $d\mathbf{r}$ rummer de tre rumlige koordinater):

$$ds^2 = 0 = -c^2 \cdot dt^2 + a^2 d\mathbf{r}^2, \quad (11)$$

altså fotonen bevæger sig altid med lysets hastighed.

Det kan anbefales at læse de første fire kapitler i Barbara Rydens bog, "Introduction to Cosmology", Addison Wesley 2003.

Steen Hannestad
Aarhus Universitet

succeserne for Newtons tyngdelov var at den kunne udlede Keplers love – matematisk. I stedet bliver vi så udsat for Big Bang modellen, mørkt stof og Universets alder. Alt sammen meget spændende, men på hvilken måde bidrager det til elevernes almindelse? Man kan finde mange tilsvarende eksempler i Spektrum C bogen.

Afsnittet om Bohrs atommodel er også fyldt med postulat, med ringe eller ingen begrundelse i historien eller fundamentale principper. Hvorfra ved vi f.eks., at der findes atomkerner? Det spørgsmål falder de færreste elever i 1.g ind. Bruger man Spektrum C bliver man ikke meget klogere. Her misser bogen chancen for at fortælle én af de gode historier i fysik.

Det er ikke den naturvidenskabelige metode at præsentere en samling fragmenterede emner uden sammenhæng. Bogen indeholder således meget lidt om eksperimentets rolle i fysik. Man kommer virkelig på hårdt arbejde som Fysik C lærer, hvis man bruger Spektrum C og forventer, at eleverne tager andet end paratviden om en masse, indrømmet spændende, emner med sig. Endnu værre bliver det så på B-niveauet som valghold, hvor eleverne nok får et mindre chok, hvis de tror, at det er det samme der skal foregå der.

Michael Agermose Jensen
Christianshavns Gymnasium

Svar fra anmelderen:

Det er altid godt med lange kritiske indlæg! Det skyldes en forglemmelse at det ikke blev nævnt, at flere af kapitlerne i FysikCbogen er gentaget fra den tidligere Fysikbogen. Kapitlet om Verdensbilledet – som er nyskrevet – er faktisk ganske vellykket, selv om det ikke indeholder formler. Den klasse, som jeg har afprøvet bogen på, lavede på baggrund af kapitlet nogle meget vellykkede projekter om verdensbilledets udvikling med bl.a. litteratursøgning på Internettet.

Spørgsmålet om matematik og træning i formler er meget vidtgående, da reformen lægger op til et meget blødt C-niveau i fysik og et væsentligt mere krævende B-niveau. Der er med andre ord en stor udfordring for fysiklærere i at motivere eleverne til at vælge fysik – bl.a. ved i højere grad at inddrage IT – og samtidig bevare og udvikle deres evner til at regne på fysikproblemer. Udfordringen for fysiklærere består bl.a. i at afpasse valget af lærebog og mængden af regneopgaver til den pågældende studieretning.

Michael Cramer Andersen
Ordrup Gymnasium.

Indtryk fra en total solformørkelse set i Tyrkiet

Af Michael Cramer Andersen, Ordrup Gymnasium og KVANT.

Den seneste totale solformørkelse, som kunne opleves her fra Danmark, gik gennem Nordjylland i 1851 og den næste foregår i 2142. Når man lever midt imellem disse to tidspunkter – og ikke kan rejse i tiden – må man rejse uden for landets grænser for at opleve fænomenet med egne øjne. Her berettes fra den totale solformørkelse den 29. marts, set fra Tyrkiet.

Totale solformørkelser optræder ved nymåne, når Jorden, Månen og Solen står præcist på linje. Sidste gang det bemærkelsesværdige naturfænomen kunne opleves i Europa, var den 11. august 1999 [1]. Den 29. marts i år kunne det opleves i blandt andet Ægypten og Tyrkiet. Under en total solformørkelse har man en enestående chance for at se Solens korona, der ellers overstråles af det blændende lys fra Solens overflade.

Gennem de senere år er antallet af danskere, der gerne rejser til den anden ende af verden for at se Solen gå i sort, steget til flere hundrede. Når først man har set én, får man lyst til at se flere og man kan godt tale om en egentlig “solformørkelsesfeber”.

Fuld af paradokser

Totale solformørkelser er fyldt med paradokser: Dag bliver til nat og nat til dag, når Månens skygge kommer farende forbi med flere tusinde km/t. Dyr bliver forvirrede. Formørkelserne kan forudberegnes mange hundrede år i forvejen med sekunders nøjagtighed. Men en ubekendt faktor vil altid være, hvordan vejret bliver dér hvor begivenheden skal observeres. Det er også et utrolig heldigt sammentræf, at Månen netop passer i størrelse og afstand, så den kan dække fuldstændigt for Solen. I takt med at Månens bane vokser vil denne mulighed forsvinde – om ca. 10 mio. år.

Vi var omkring hundrede danskere, der boede i Antalya – en Middelhavsby på Tyrkiets sydkyst. Hovedformålet var at observere den totale solformørkelse, som varede blot 3 1/2 minut. Usikkerheden omkring vejret øgede spændingen – der var omkring 50 % chance for godt vejr på denne årstid. Vi håbede også på at kunne se de forskellige fænomener, der knytter sig til solformørkelser: Månens skygge, diamantring-effekten, kromosfæren, koronaen, planeter og lysvirkninger.

Opstilling på stranden

Selv om vi boede i det 200 kilometer brede bælte, hvor formørkelsen blev total, kørte vi en time mod sydøst til den antikke by Side – “Granatæblernes By” – som lå på selve centerlinjen. Totaliteten blev derved forlænget med omkring 20 sekunder. Tre busser med danskere kørte samlet til en strandbred, idet der var for mange mennesker inde i selve byen. Vejret var klart over os, med lidt dis i horisonten, men man kunne stadig se de sneklædte bjergtoppe nordpå.

Vi havde god tid til at stille op. Forestillingen begyndte for alvor ved “første kontakt”, da Månens skygge ramte solskiven. Derefter fulgte omkring fem kvarter, hvor Månen langsomt men sikkert dækkede mere og mere af solskiven – ligesom en partiel solformørkelse. Vi brugte bl.a. ventetiden til at sætte filtre foran kameralinser og kikkerter og diskutere kameraindstillinger. Forventningerne steg. Gennem formørkelsesbrillerne fulgte vi Solen på sort baggrund – som en silhouet-tegnefilm.



Figur 1. En anden astronom der var med viste Solen gennem et teleskop med brintfilter. Man kunne se en enkelt lille solplet og 4-5 steder på solranden, hvor der blev slynget varm gas ud. Solen er også omkring minimum i sin 11-årige cyklus og derfor ikke så aktiv. Foto Jesper Petersen.

Da Månen næsten havde ædt Solen, og der kun var et tyndt sejl tilbage, gik det stærkere og stærkere, og adrenalinen pumpede. Der foregår så mange ting i de sidste minutter før den totale fase, at det er svært at nå at registre det hele – forandringer i lyset, temperaturen og dyrelivet – især hvis man også vil fotografere det.

Nu skiftede lyset karakter – skyggerne blev skarpere i kanten i stedet for de diffuse skygger, vi er vant til. Det blev mærkbart mørkere, koldere og begyndte at blæse. Det gav et gys og tilføjede en dyster stemning. Det var pludselig koldt at stå i shorts. Temperaturen var 28 grader, før det hele startede og var nu faldet 10 grader.

Få sekunder før totaliteten kom skyggen ind over os, den var imidlertid svær at se. Det tynde sejl svandt ind til en kort bue af lysperler, kaldet Baily's Beads, og umiddelbart efter var der kun et enkelt punkt, hvor lyset slap igennem et månekrater – nu kunne man betragte Solen uden beskyttelse og den smukke diamantring.



Figur 2. Store billede: Alle menneskers opmærksomhed var rettet mod Solen, der ses øverst til venstre. Lidt til højre for midten ses Venus. Langs horisonten var himlen farvet rød, som ved en solopgang eller solnedgang. Det var dér, hvor kerneskyggen stoppede. De indsatte billeder viser (øverst) "Diamantring-effekten", hvor Solen skinner gennem et enkelt månekrater og koronaen (nederst), som er Solens tynde varme atmosfære, der strækker sig flere millioner kilometer ud i rummet. Temperaturen under og lige efter totaliteten var faldet omkring 10 grader i forhold til de tidligere 28 grader, så det var ikke underligt, at vi frøs. Fotos: MCA.

Det blev hurtigt endnu mørkere og Solens korona viste sig – et utrolig smukt syn. Planeterne Venus, Merkur og Mars samt enkelte klare stjerner var synlige og Den Internationale Rumstation passerede pludselig forbi – som et kosmisk stævнемøde – helt eventyrligt.

Man glemte alt om tid og sted, men snart var forestillingen slut. Lyset brød langsomt igennem et månekrater og diamantringen viste sig igen. Lysniveauet steg til dagslys på 30 sekunder, men det var stadig koldt. Efter få sekunder slap så meget lys igennem, at man ikke kunne se på Solen længere, og vi jublede. Rejsearrangørerne havde champagne med til alle, og vi fejrede den vellykkede observation. Alle havde set det samme, men alligevel fået forskellige detaljer med. Det var dejligt at udveksle erfaringer.

Nogle havde tidligere oplevet totale solformørkelser og snakkede nu om hvor og hvornår den næste foregik. Én af de særlig attraktive – og langvarige – formørkelser er "Kina år 2009", der varer omkring 6 1/2 minut.

Denne artikel er let redigeret fra [2] og illustreret med fotos fra turen.

Litteratur

- [1] M.C. Andersen (1999), "Total solformørkelse i Bulgarien d. 11. august 1999", KVANT bind 10, nr. 4.
- [2] M.C. Andersen (2006), "Livets kilde", Week-endavisen Idéer, d. 31. marts 2006.
- [3] Flere billeder fra turen på Mikael Svalgaards galleri, http://www.leif.org/mikael/eclipse_index.html



Redaktøren *Michael Cramer Andersen* udrustet med tropehjelme og kamera. Observationsposition: 36°44, 747' N, 31°28, 095' E, lidt syd for den antikke by Side. Han har nu observeret to totale solformørkelser – med en sammenlagt totalitet på 6 minutter – og glæder sig til den næste...

Total solformørkelse over Danmark i 1851 – første del

Af Michael Cramer Andersen, KVANT.

Den seneste totale solformørkelse, som kunne opleves her fra Danmark, gik gennem Nordjylland i 1851. Når man ikke selv kan rejse tilbage i tiden er det næstbedste at finde tegninger og beretninger om fænomenet i arkiver og med moderne stjerneprogrammer at rekonstruere observationen. Solformørkelsen den 28. juli 1851 var den første formørkelse der blev fotograferet, med datidens teknik – daguerreotypi.

Formørkelsesbæltet

Det første spørgsmål man må stille sig vedrørende en total solformørkelse er: Hvor skal man befinde sig for at observere den totale fase? Det kan kun ske i et forholdsvis smalt bælte – dér hvor Månens kerneskygge passerer med flere tusinde km i timen.



Figur 1. Figureerne viser formørkelsesbæltet for den totale solformørkelse den 28. juli 1851 ifølge en moderne beregning [1] (øverst) af Fred Espenak og fra en samtidig kilde, "London Illustrated News" (nederst).

Varigheden

Det næste spørgsmål er: Hvor længe varer totaliteten? Den kan vare fra 0 til 7,5 minutter. Vi har følgende oplysninger om den pågældende solformørkelse [2]:

Totaliteten kunne ses i et 296 km bredt bælte og varede 3 min. og 41 sek. ved maksimum (68,0° N, 19,6° W lige nord for Island), hvorfra den kunne observeres 40° over horisonten. Den tilhørte Sarosserien 143. Formørkelser gentages under lignende forhold hver gang der er gået en saros: 18 år, 10 dage og 8 timer.

Det første solformørkelsesfoto

Netop denne formørkelse var den første der blev foretaget med tidens fotografiske teknik – daguerreotypiet, opkaldt efter franskmænden Louis J.M. Daguerre (1787-1851). Formørkelsen var imidlertid kun delvis på det sted fotografen befandt sig (fig. 2).



Figur 2. Et 'daguerreotypi' af formørkelsen taget af J.A. Whipple ved Harvard College Observatory [3].

Øjenvidneberetninger

Det følgende citat er fra forsiden af "Berlingske politiske og Advertisements Tidende" d. 30. juli 1851 [4].

Solførkelsen. I Forventning af en Beretning fra den astronomiske Professor om dette Phænomen, meddele vi foreløbig, hvad der fra Private bliver os meddeelt. Saaledes have vi idag modtaget en Skrivelse, hvori en Jagttager meddeler, at han i Mandags, da Mørket var stærkest, aldeles tydeligt fra Holmens Bro, hvor han stod, saae en lille Stjerne i Retningen over Børsen, men lidt lavere paa Himlen end Solen. Den var kun syn-

"**Solførkelsen.** I Forventning om en Beretning fra den astronomiske Professor om dette Phænomen, meddele vi foreløbig, hvad her fra Private bliver os meddelt. Saaledes have vi idag modtaget en Skrivelse, hvori en Jagttager meddeler, at han i Mandags, da Mørket var stærkest, aldeles tydeligt fra Holmens Bro, hvor han stod, saae en lille Stjerne i Retningen over Børsen, men lidt lavere paa Himlen end Solen..."

Hvad var det man kunne se over Børsen? Hvordan så Solens korona ud? Kommer der en beretning fra den astronomiske professor? Historien fortsættes i næste nummer....

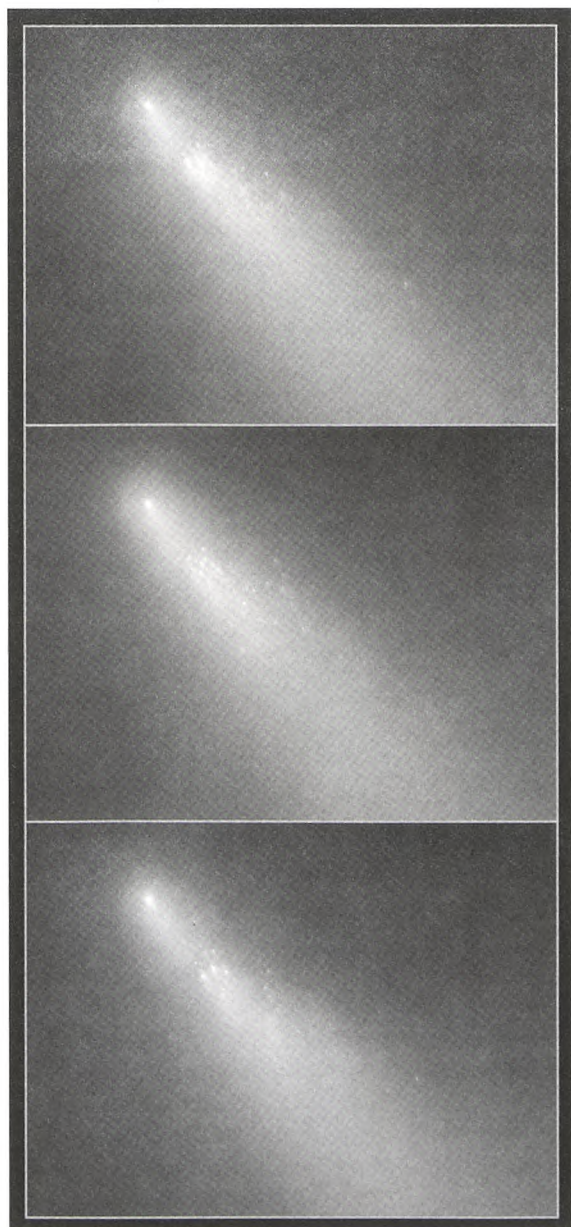
Litteratur

- [1] "NASA Eclipse Home Page", F. Espenak, <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html>
- [2] Fred Espenak, "Solar Eclipses: 1801 to 1900", <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEcat/SE1801-1900.html>
- [3] <http://cfa-www.harvard.edu/newtop/1851.html>
- [4] Det Kongelige Biblioteks mikrofilsamling.

Af John Rosendal Nielsen og Sven Munk, KVANT.

Hubble observerer kometnedbrydning

En passage af en komet er ikke noget særsyn, men en komet, der falder fra hinanden, er noget af et særsyn, derfor er astronomernes teleskoper for øjeblikket rettet imod 73P/Schwassmann-Wachmann 3. NASA/ESA vil ikke stå tilbage for alverdens observatører og har ladet Hubble Rumteleskopet observere denne sønderdeling af kometen. Resultatet vises nedenfor, hvor flere nye fragmenter er blevet observeret. Kometen består af en kæde af 33 fragmenter, der er blevet navngivet efter alfabetet og strækker sig over flere grader på himlen. Hubble rumteleskopet har desuden opdaget, at kometen bryder op i stadig flere dele.



Kometers kerner er dybfrosne levn fra Solsystemets dannelse for ca. 4,6 mia. år siden, der består af en blanding af støv og is. Betydelige dele af Jordens vand og livets bestanddele – eller livet selv – er formentligt kommet til Jorden med kometer i Solsystemets barndom. Der kan være flere grunde til at en komet går i opløsning: Ved passage i nærheden af massive objekter kan tyngdepåvirkningen fra det massive objekt sønderrive kometen (det så man f.eks. ved kometen Shoemaker-Levy 9s sammenstød med Jupiter i 1992); en kraftig rotation af kometens kerne kan få den til at gå fra hinanden; kometen kan smuldre pga. det termiske tryk under passagen tæt ved Solen eller kometen eksploderer af indespærret flygtig gas svarende til åbningen af en flaske champagne. Det er håbet, at man ved analyse af de mange observationer af 73P/Schwassmann-Wachmann 3 kan afgøre hvilken mekanisme, der ligger til grund for kometens nedbrydning.

For øjeblikket bevæger kometen sig imod Solen og passerede Jorden den 12. maj i en afstand af 11,7 mio. km (30 gange afstanden mellem Jorden og Månen). Den 7. juni vil kometen vende omkring Solen for at bevæge sig ud i det ydre Solsystem, og den vil først returnere om 5,4 år.

Kilde: www.spacetelescope.org og www.tycho.dk

Planetkandidat diskussionen igen

Diskussionen om hvornår et objekt i Solsystemet er en planet eller ej har fået fornyet aktualitet med opdagelsen af en planetkandidat, der skulle være langt større end Pluto. Objektet bærer navnet 2003 UB313 og har fået det uofficielle navn, "Xena", efter en krigerprinsesse fra en amerikansk tv-serie.

Efter at Hubble Rumteleskopet har observeret Xena har man opdaget, at objektet ikke er nær så stort. Tidligere målingerne fra jordbaserede teleskoper har tydet på en diameter, der var omkring 3.000 km, men målingerne fra Rumteleskopet bestemmer Xenas diameter til 2.400 km med en usikkerhed på 100 km. Dette kan sammenlignes med Plutos diameter på 2.274 km (med en usikkerhed på 8 km). Xenas størrelse ændres således fra at være ca. 30 % større end Pluto til at være sammenlignelig med Pluto.

Det undrer måske læserne, at astronomerne kunne tage så meget fejl, men det kommer af, at Xenas størrelse er bestemt ud fra en antagelse om objektets evne til at reflektere sollyset. Det fjerne objekts evne til at reflektere lys har været langt større end først antaget, og det er et af de højst reflekterende objekter i Solsystemet – formentligt kun overgået af den aktive Saturnmåne Enceladus, hvis overflade konstant bliver belagt med meget reflektivt is fra sine aktive geysere.

Grunden til den overraskende høje refleksivitet er muligvis, at Xena har en frisk metanfrost på sin overflade. Metanet skulle komme fra atmosfæren, der fryser til is og lægger sig på overfladen, når Xena befinder sig langt fra Solen. Da Xena har en elliptisk bane omkring Solen, hvor afstanden til Solen varierer mellem 5,7 mia. km og 14,5 mia. km, er det absolut en sandsynlig teori idet Xena for øjeblikket befinder sig længst fra Solen. En anden mulighed er, at metanet konstant lækker ud af det varmere indre af Xena og fryser til is, når det kommer op til overfladen. Eller en kombination af begge mekanismer.



Herover ses en oversigt over de største kendte Kuiperbælteobjekter, hvoraf Pluto blot er én. Tegningen til højre viser en kunstners opfattelse af "Xena" sammen med dens måne "Gabrielle", lige ovenover. Solen ses øverst til venstre. Billedet, indsat nederst tv., er taget med Keck-teleskopet. Tegning: A. Schaller (for STScI).



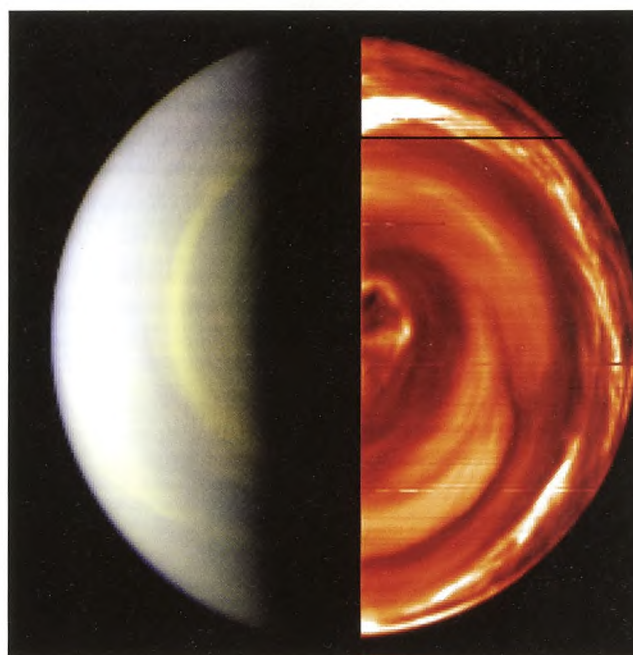
Hvilke konsekvenser har disse observationer for planet-diskussionen? Størrelsen af det fjerne objekt kan være en af de afgørende faktorer for at få planetstatus. Diskussionen er heller ikke blevet forenklet efter, at man har fundet, at Xena har en måne. Månen har fået kælenavnet Gabrielle (også fra den amerikanske tv-serie), og derfor opfylder Xena endnu et væsentligt punkt for at blive kaldt en planet. Det er i sidste ende den Internationale Astronomisk Union, der har det afgørende ord – også hvad gælder navngivningen. Kilde: www.nasa.gov/mission_pages/hubble/; www.tycho.dk

Velankommet Venus Express

Den 11. april ankom den europæiske rumfartsorganisation ESA's sonde Venus Express, efter 5 måneders rejse, til sit mål, hvor den bremsede tilstrækkeligt op til at blive indfanget af Venus' tyngdefelt. Selvom manøveren er velafprøvet, er den altid forbundet med en vis risiko – man kan erindre et par Marssonders endeligt efter mødet med planeten. Hele projektet fra planlægningen og bygningen til opsendelsen har taget blot 4 år hvilket skyldes, at der vil gå flere år før Venus' og Jordens indbyrdes stilling igen er fordelagtig.

Sonden er vellykket bragt i en langstrakt – polær – elliptisk bane, der i løbet af den kommende måned gradvist vil komme nærmere til Venus. Med en polær bane vil sonden efterhånden observere hele overfladen. Da sonden befinder sig højt over Venus' overflade er billederne relativt grovkornede. Til gengæld kan de karakteristiske hvirvlende skyer observeres i deres helhed. Når sonden er kommet nærmere planeten, forventes 100 gange skarpere billeder.

Allerede dagen efter fartøjets ankomst tog det de første spektakulære billeder af de hvirvlende skyformationer på Venus' sydpol, der ikke tidligere er blevet fotograferet. Billedet til højre er sammensat af to, hvoraf det venstre er af planetens sydpol om dagen, mens det højre viser sydpolen om natten. Farverne er påført for at fremhæve strukturer i atmosfæren, og en menneskelig iagttagere vil opleve planeten anderledes.



På billedet med Venus om dagen bliver sollyset reflekteret af toppen af skyerne ned til 65 km højde over Venus. På natbilledet med en kunstig rødlig farve ses de spiralformede hvirvlende skyer, der forekommer i Venus' nedre atmosfære i en højde af ca. 55 km. De mørke områder angiver et tykt skydække, mens de lyse områder svarer til et tyndere skydække.

Redaktionen arbejder for øjeblikket på at bringe en mere detaljeret artikel om de indre planeter i Solsystemet med specielt henblik på Venus og dens besøgende.

Kilde: www.esa.int

Store floder under Antarktis

Engelske forskere under ledelse af professor Duncan Wingham fra University College London har opdaget floder under Antarktis, der er på størrelse med Thames i London. Forskellen på disse antarktiske floder er, at de løber flere hundreder km under den antarktiske is. Opdagelsen af disse 'underglacial' floder har vakt stor opmærksomhed, da man hidtil har antaget, at søer under isen har udviklet sig meget langsomt, isoleret og over flere mio. år. De nye observationer viser, at søer under isen bliver skudt af som champagnepropper, hvilket resulterer i meget store vandstrømme, der bevæger sig over meget store afstande.

Underglacial søer blev allerede opdaget i 1960'erne, og man har siden fundet 150 sådanne søer. Der eksisterer måske tusinder af søer, idet store områder af Antarktis endnu ikke er undersøgt. De engelske forskere har koncentreret deres undersøgelser ved "Dome Concordia" i det østlige Antarktis, hvor mere end 40 søer er kendt.

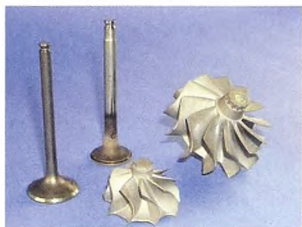


Billedet viser området "Dry Valleys" i det østlige Antarktis, hvor der ikke er erosion – overfladen er mindst 8 mio. år gammel. En tidligere gletsjer er forsvundet og nu ses kanaler, der blev eroderet af underglacial floder. Foto: David Sugden, Edinburgh University.

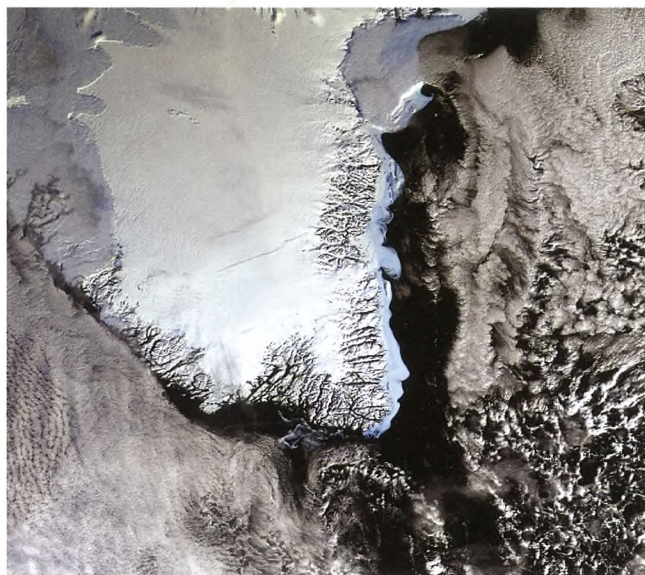
Resultaterne er opnået ved ekstremt præcise målinger med ESAs satellit, ERS-2, med 'radaraltimetri' og 'radarinterferometri' teknikkerne, der måler henholdsvis ændringer på stor skala i overfladen og ændringer i mønstret i overfladen af isen. Disse to teknikker i kombination har givet forskerne en utrolig mulighed for at undersøge de fysiske årsager til ændringer i is-overfladen.

Forskere har længe overvejet mulighederne for at undersøge søerne under isen, men risikoen for bakteriologisk forurening har indtil videre afholdt dem fra at foretage borer. Den nye viden om at floder forbinder de mange søer i et større netværk gør, at en forurenende boring kan gøre endnu større skade end først antaget. De store flodstrømme under isen kan desuden betyde, at de brød ud af Antarktis' is og ud i oceanet, hvorved en katastrofal flodbølge kan være opstået i tidligere tider og måske kan ske igen.

Kilde: www.esa.int



Gletsjer smelter dobbelt så hurtigt



I et tidligere Kvant beskrev vi en stigende tykkelse af indlandsisen pga. øget snefald. Relativt nye resultater fra ESAs miljøsatellitter og en canadisk satellit, Radarsat-1, viser, at den årlige afsmeltning fra gletsjerne i det sydlige Grønland er fordoblet de sidste ti år. Denne afsmeltning er opgjort til at udgøre 17 % af den samlede årlige stigning i vandstanden i Verdenshavene på 2,54 mm. De nye resultater stemmer overens med de dansk-grønlandske landbaserede målinger, som Danmarks og Grønlands Geologiske undersøgelser (GEUS) har foretaget gennem de senere år.

Målingerne er fremkommet ved hjælp af radarinterferometri – kendt som InSAR – der kan måle tykkelsen af isen ved at bestemme selv meget små ændringer i højden af isen med meget høj præcision. Denne teknik har ESA været førende indenfor med satellitterne ERS-1, ERS-2 og den senere Envisat.

Kilde: Kvant nr. 4, 2005 og www.esa.int.

Nyt letvægtsmetal

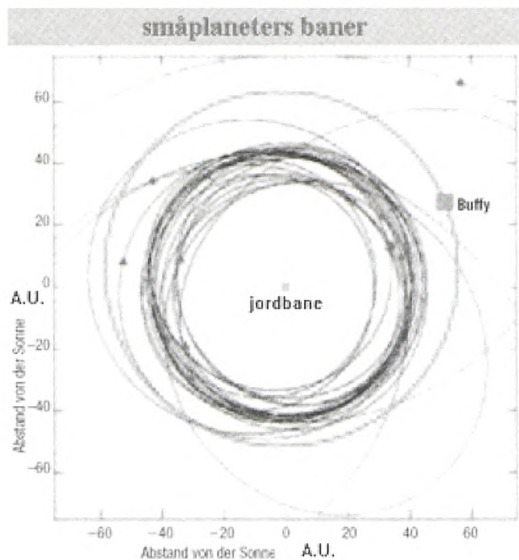
Arbejder man som eksperimentalfysiker eller rumforsker har man brug for at vide noget om materialer – ikke mindst om metaller. På den nyligt afholdte industrimesse i Hannover blev der præsenteret flere nyheder på denne front. En af de spændende var et materiale, som er stærkt og let. Rudolf Faymonville (Deutsche Zentrum for Luft- und Raumfahrt, Köln) præsenterede en del af en raketmotorpumpe, som ses på billedet.

Opbygningen af denne enhed består af SiC-fibre, som er indlejret i en Ti-matrix. Titan er det letmetal, som omgiver SiC-fibrene. Den mekaniske styrke skyldes fibrene, men man kan også have glæde af, at Ti kemisk set er meget inaktivt. Sammenfattende kan man sige, at det nye materiale, Titanium Matrix Composites, er stærkere end stål og vejer mindre end Aluminium.

Et planetarisk raritetskabinet

Observationer af det første objekt uden for Neptuns bane stammer fra 1992. Idéen om, at sådanne objekter kunne eksistere, stammer fra 1951 og er fremsat af den hollandske astronom Gerard Kuiper. Derfor betegnes dette område hinsides Neptun følgeligt Kuiperbæltet. Lidt mere præcist dækker det området fra 30-50 AE (1 AE er 150 mio. km).

På nuværende tidspunkt er der observeret omkring 1100 små objekter i denne del af Solsystemet. Imidlertid er bane-data kun kendt for cirka halvdelen, hvorfor et nyligt tilskud på 45 er mere end velkommen. Takken skal gå til Harvard Smithsonian Center for Astrophysics (Minor Planet Center). Data skulle være tilgængelig på "Minor Planet Electronic Circular".



En af de nyopdagede småplaneter, 2004XR190, eller uofficielt "BUFFY", bevæger sig næsten i en cirkelbane rundt om Solen i en afstand på 52-62 AE. Dette objekt skønnes at være 500-1000 km stort. Banen er usædvanlig derved, at den hælder 47 grader mod ekliptika.

Kilde: dunnypaul.net.

Oliventræ som vidne

Arkæologer med interesse for den minoiske og oldægyptiske kultur har benyttet vulkanudbruddet på øen Santorin (Grækenland) som tidsmarkør. Imidlertid har der ikke blandt arkæologer været enighed om dateringen. Grunden hertil er, at denne ikke passede med det, man mente var kendsgerninger i den ægyptiske og den tidligste græske historie. På basis af kongernes levned måtte vulkanudbruddet være sket mellem 1530 og 1500 f.Kr.

Nøglen til en mere nøjagtig datering viser sig at være et oliventræ, som blev begravet i vulkan-asken fra udbruddet. Walther Friedrich (Århus Universitet) forklarer: Ganske vist kan man bestemme alderen af biologisk materiale med C14-metoden, men jo længere tilbage i historien desto større absolut usikkerhed i tidsbestemmelsen. Da det udgravede oliventræ viste sig at have 72 årringe, var det muligt at indsnævre det mulige tidsrum yderligere. Det nye bud lyder: Mellem 1627 og 1600 f.Kr. Når tidspunktet er interessant for historikere er det, for at sige det kort, fordi man gerne vil vide om ægypterne påvirkede grækerne – eller omvendt.

Flydende kul for fremtiden?

Det er langt fra nogen ny idé, at omforme kul til benzin og let dieselolie. Nu hvor olie- og gasforekomsterne synger på sidste vers, har de endnu forholdsvis rigelige kulforekomster fået fornyet interesse. Kul er ikke bare kul, noget kul indeholder en stor andel af flygtige kulbrinter, mens andet har en stor andel af aromatiske kulforbindelser. Sidstnævnte har hidtil kun været anvendeligt i forbrændings- og forgasningsprocesser. Et nyt værktøj til at bryde de aromatiske kulstof-forbindelser er *jodboran*, som forskeren Matthias Haenel har fundet frem til. Jodboran kan bryde forbindelserne mellem store aromatiske netværk og samtidig overføre hydrogen til de aromatiske molekyler, hvorved dobbeltbindinger i ringene brydes. Resultatet af denne proces er hydreret kul, som så kan overføres til en konventionel 'hydrocracking' proces, der giver flydende brændstof.

Kilde: Mere om metoden i tidsskriftet "Angewandte Chemie".

Titan tørlagt?

Saturns måne Titan er måske ikke helt så fugtig, som antaget for et år siden, da sonden Huygens landede. De strukturer man kunne se, synes at ligne floder og søer, men noget tyder på, at de blev dannet i en fugtigere periode af Titans tilværelse. Der er fundet kratere og store ørkenområder. Den amerikanske sonde Cassini har fremtryllet radarbilleder af en sandørken, som har parallelle rækker af sandklitter, hvis højde anslås at være 150 meter. Billedet har en opløsning på 300 m (NASA).



Forsøg med neutrino-kanon

Der er kommet foreløbige resultater fra det US-baserede MINOS eksperiment (MINOS = Main Injector Neutrino Oscillation Search), som synes at godtgøre, at neutrinoer har en masse. Neutrinokilden befinder sig i FermiLab, hvor der ved hjælp af en accelerator frembringes en strøm af myoner. Disse henfalder til myon-neutrinoer, som bevæger sig i samme retning som myon-strålen. I kraft af denne retningsvirkning kan neutrinoerne sendes gennem Jorden til detektoren i Soudan – 740 km væk. Her må forskerne så lave statistik på basis af 1 neutrino-detektion om dagen.

Landing på Titan

Af Jens Olaf Pepke Pedersen, Danmarks Rumcenter.

Den 1. juli 2004 gik rumskibet Cassini i kredsløb om Saturn, og for godt et år siden, den 14. januar 2005, landede den medbragte Huygens-sonde på Saturns måne Titan efter at være dalet ned gennem atmosfæren i 2 1/2 time med en række faldskærme. Den vellykkede landing – over syv år efter opsendelsen – var i sig selv en bedrift, og nu er resultaterne fra landingen begyndt at finde vej til de videnskabelige tidsskrifter, så det er muligt at få et indtryk af den nye viden, vi vil få om den fjerne måne.

Cassini-Huygens missionen er et samarbejde mellem NASA og ESA, og som et symbol på dette transatlantiske samarbejde har landingsområdet fået navnet Antillia efter en mytisk ø, som ifølge legenderne lå mellem Europa og Amerika.

I modsætning til de andre måner i solsystemet har Titan, der endda er større end planeten Merkur, en tyk atmosfære, og atmosfæren ligner – som tidligere beskrevet i Kvant [1] – på flere måder Jordens. Observationer af Titan er et af hovedformålene med Cassini-missionen, og under den planlagte fireårige mission i Saturn-systemet er der indlagt 45 tætte passager forbi Titan, hvoraf nr. 14 netop er gennemført.

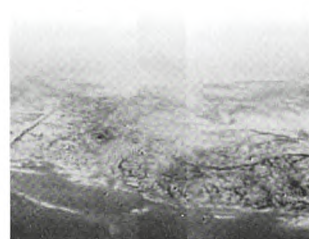
En stor del af vores hidtidige viden om Titan stammer fra de målinger, Voyager 1 og 2 foretog under korte forbiflyvninger i 1980 og 1981, og lige siden er disse målinger (måske også i mangel på nyere data) blevet analyseret på kryds og tværs og offentliggjort i talrige videnskabelige artikler. I sammenligning hermed er datamængden fra Cassini- og Huygens-instrumenterne enorm og vil kunne levere en jævn strøm af artikler i mange år.

Da Voyager-sonderne ankom til Titan var der stor spænding om, hvordan overfladen ville se ud, og tilsvarende stor skuffelse, da alle billederne viste, at Titan var fuldstændig dækket af tætte orange skyer (fig. 3). Det har givet anledning til mange spekulationer om et landskab med sprudlende vulkaner eller en overflade dækket af flydende kulbrinter, som Cassini nu kan give svaret på. Allerede inden Cassinis ankomst kunne man dog fra observationer med Hubble-teleskopet og fra Jorden konkludere, at en stor del af Titans overflade måtte være fast, men der var fortsat mulighed for at finde store kulbrinteoceaner. Huygens sonden blev derfor konstrueret, så den kunne holde sig flydende et stykke tid, eftersom man anså det for sandsynligt, at sonden ville lande i en væske.

Fast eller flydende overflade?

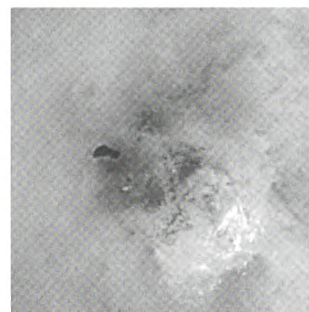
Det fik man dog ikke brug for, for landingsområdet viste sig at være et fast og fladt terræn, som var overstrøet med sten (fig. 4). Ved sammenstødet med overfladen målte sonden et blidt tryk, der svarer til en landing på nedtrampet sne [2]. Farverne på billedet er kunstige men det gullige skær skulle svare til omgivelserne på

Titan, fordi aerosoler i atmosfæren dæmper de blå farver i sollyset. På grund af det svagere sollys vil lysstyrken dog kun svare til, hvad vi oplever ca. 10 min. efter solnedgang på Jorden, og selv hvis solen stod højt på himlen, ville den i størrelse og lysstyrke kun minde om en forlygte fra en bil på 150 m afstand.

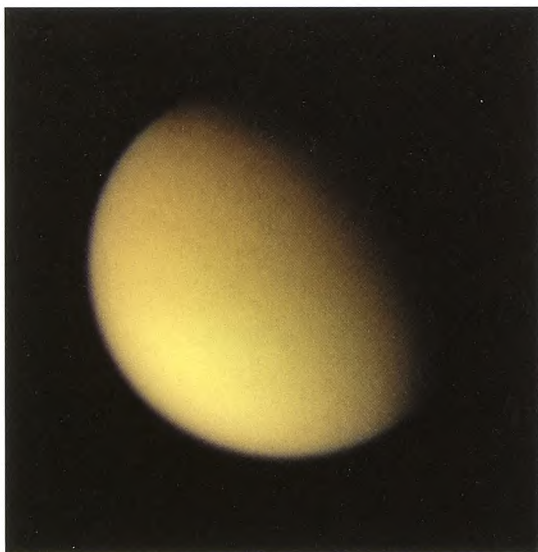


Figur 1. S sammensat billede fra Huygens sondens nedstigning fra omkring 8 km højde. Billedet viser grænsen mellem lyse højdedrag og mørkere lavereliggende områder. Bakkerne er gennemskåret af mørke strukturer, der kan være afvandingskanaler. Kilde: ESA/NASA/JPL/University of Arizona.

Formodentlig består både stenene og terrænet på landingsområdet af frosne kulbrinter og is. Selvom overfladen er fast, er der dog tegn på, at der har været en væske tilstede. Stenene, der er mellem 5 og 15 cm i diameter, ser ud til at være eroderet af en væske. Der er ikke fundet større sten end 15 cm, hvilket tyder på, at væsken ikke kan transportere tungere sten, og fraværet af mindre sten tyder på, at de hurtigt er blevet skyllet videre. Huygenssondens sonar viste i øvrigt, at den lige før landingen passerede et område med en højdeforskel på otte meter, som måske er kanten af en kanal.



Figur 2. Måske en kulbrintesø på Titans overflade nær Titans sydpol, som er markeret med det lille kors. Det lyse område nær sydpolen er metanskyer. Foto taget fra Cassini ca. 450.000 km fra Titan. Kilde: NASA/JPL/Space Science Institute.



Figur 3. Titan fotograferet fra Cassini på 213.000 km afstand den 21. august 2005. Farverne er naturlige og viser den orange sky, som dækker hele månen. Kilde: NASA/JPL/Space Science Institute.

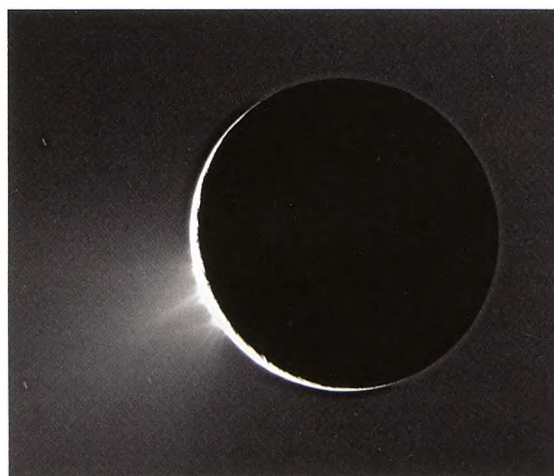


Figur 4. Billede fra Huygens sonden taget lige efter landingen. De større sten lige under midten af billedet er ca. 15 cm i diameter og ligger 85 cm fra Huygens. Kilde: ESA/NASA/JPL/University of Arizona.

Når det er så interessant, om overfladen er fast eller flydende, er det fordi vi almindeligvis går ud fra at en væske er nødvendig, for at der kan opstå liv. Lige efter landingen var der dog fortsat spekulationer om et flydende hav på Titan, for billederne fra Huygens' nedstigning viste en række aflange strukturer, som lignede kanaler, der så ud til at have forbindelse med et mørkt, ensartet område, som igen kunne være kanten af en sø. Selvom kanalerne var tørre, kunne strukturerne tyde på, at der engang var strømmet flydende kulbrinter gennem kanalerne og ud i en større kulbrintesø (fig. 1). Cassinis kameraer har også observeret kanaler eller i hvert fald geologiske strukturer, som er 10-20 km brede og kan følges over næsten 1.000 km [3].

Hele overfladen kortlægges

Cassini er nu igang med at fotografere hele Titans overflade, og det nærmeste, vi kommer en flydende overflade, er et billede, som Cassini sendte hjem i juni sidste år af et mørkt område med konturer, der minder om en søbred på Jorden (fig. 2). Søen er lidt større end Sjælland, men det er ikke sikkert, at den blanke overflade stadig er flydende, for det kan være aflejringer fra en udtørret sø. Jorden er derfor fortsat er det eneste sted i solsystemet, hvor vi med sikkerhed har et hav på overfladen.

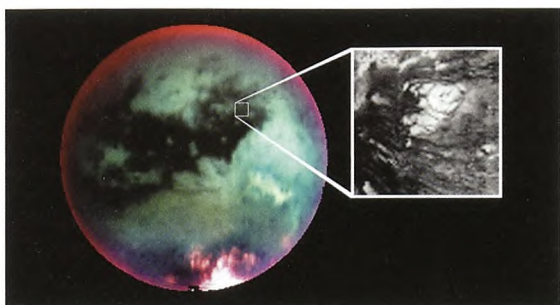


Figur 5. En stråle af is breder sig ud Enceladus' sydlige halvkugle. Billedet er taget fra Cassini. Kilde: NASA/JPL/Space Science Institute.

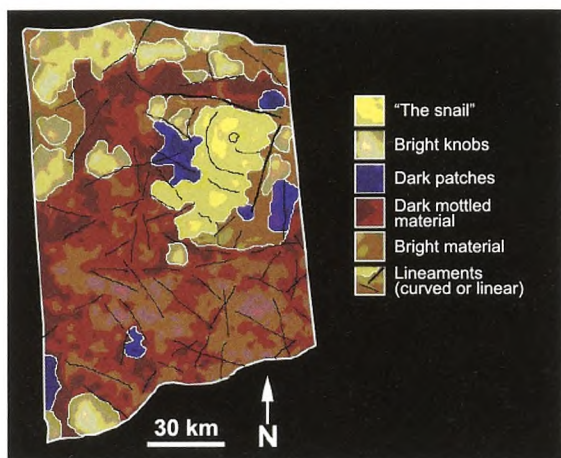
Til gengæld udelukker det ikke, at nogle af solsystemets planeter eller måner kan have væsker under overfladen. For nogle måneder siden blev der således offentliggjort billeder, som Cassini har taget af Saturns måne Enceladus, og de viste, at der findes en slags geysere på Enceladus, som sender stråler af vand op fra overfladen (fig. 5). Det åbner muligheden for, at der er lommer af flydende vand lige under overfladen på Enceladus, og hvis det er rigtigt, er det en helt usædvanlig opdagelse, som pludselig vil gøre den lille måne med en diameter på kun 500 km uhyre interessant. Desuden har Cassinis instrumenter målt, at Enceladus har en

varmekilde i sit indre. Varmen kan næppe stamme fra henfald fra radioaktive materialer, for månen er så lille, at varmen herfra ville være forsvundet for længe siden. I stedet kan det være, at varmekilden er energi afsat af stærke tidevandskræfter ligesom på Jupiters måne Europa, hvor man også formoder, at tidevandskræfter kan generere et flydende hav under den isdækkede overflade.

Så selvom vi indtil videre må konkludere, at Titan ser ud til at have en fast overflade, ligger kulbrinterne måske lige under overfladen som flydende eller absorberet materiale. Det bekræftes også af målinger fra Huygens lige efter landingen, hvor koncentrationen af metan og ætan steg – formodentlig på grund af opvarmning fra sonden.



Figur 6. Titan fotograferet fra Cassini med kunstige farver. De røde farver er atmosfæren og de grønne og blå er overfladen. Det lille billede er taget fra Cassini i en højde på 1200 km over Titan og viser muligvis en isvulkan. Kilde: NASA/JPL/University of Arizona.



Figur 7. Geologisk kort af området omkring Titans mulige vulkan. Farverne gengiver lyse og mørke områder på overfladen, og vulkanen ligger i det gul/grønne område, hvor den lille cirkel markerer det mulige krater. De mørke streger viser kanaler, hvor der måske er løbet flydende kulbrinter mens vulkanen var aktiv. Kilde: NASA/JPL/University of Arizona.

En iskold vulkan?

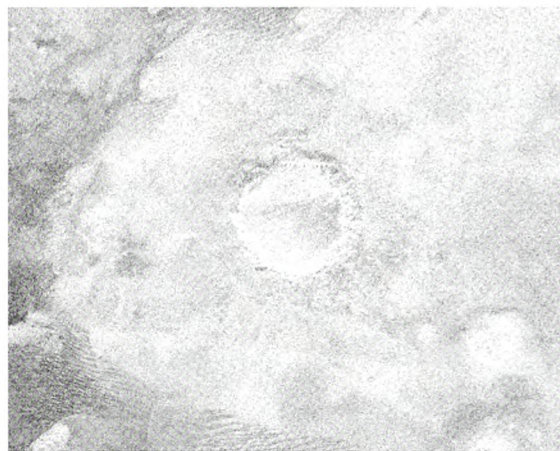
En af de bemærkelsesværdige opdagelser fra Cassini kameraer er et lyst, cirkelformet område på 30 km i diameter og med en struktur, der minder om en vulkan

på Jorden (fig. 6 og 7). I midten af strukturen ses endda en lille prik på billederne, som er mørkere end omgivelserne. Det kan være en fordybning, og det er fristende at fortolke det som vulkanens krater. I så fald udsprer den iskolde – men flydende – kulbrinter. Strukturerne på Titans overflade kan derfor være dannet af vulkanske udbrud, hvor flydende kulbrinter er strømmet ud på overfladen samt fordampet i atmosfæren, hvorfra de er vendt tilbage til overfladen som kulbrinteregner. Ligesom på Enceladus kan energien til at drive vulkanerne komme fra tidevandskræfter.

Cassinis billeder har også vist en anden parallel til Jordens overflade, nemlig at der er få kratere (fig. 8). På grund af de mange processer, som konstant ændrer Jordens overflade, har vi kun enkelte velbevarede kratere efter meteorsammenstød. Det samme er tilfældet på Titan, og det må betyde, at overfladen her er under konstant forandring. Formodentlig formes overfladen på Titan af tektoniske processer samt nedbrydning fra væsker, vind og vejr, ganske som på Jorden, men i et meget langsomme tempo.

I begyndelsen af maj blev der offentliggjort analyser af højopløste radarbilleder af Titans overflade [4], som viste, at store områder var dækket af næsten parallelle lineære strukturer. Strukturerne er ca. 100 m høje og afstanden mellem dem er ca. 2 km og de fortolkes som store klitter svarende til sandklitter, som man kan se i ørkenområder i Namibia. Hvis fortolkningen er rigtig, så betyder det, at vindene på Titan kan (eller har kunnet) transportere materiale på størrelse med sandkorn. Da tyngdekraften som nævnt er svag på Titan og atmosfæren til gengæld er meget tæt, er det imidlertid muligt, at det kan lade sig gøre med lave vindhastigheder på blot 10 cm/s.

Hvor det sandkornede materiale så kommer fra er et andet spørgsmål, men det kan være fra erosion i forbindelse med at der indimellem strømmer væsker ud på overfladen.



Figur 8. Krater på Titan, ca. 60 km i diameter. De lyse områder er materiale, som er slynget ud fra krateret ved sammenstød med en komet eller asteroide. Efterfølgende er krateret udsat for erosion af regn og vind. Kilde: NASA/JPL.

Blæst og skyer i atmosfæren

Et argument for at studere Titan har været, at dens atmosfære måske ligner Jordens meget tidlige atmosfære. Der er flere bud på, hvordan Titan fik sin tætte atmosfære. Den kan stamme direkte fra den gassky, som dannede Saturn og Titan, eller den kan være dannet som et resultat af vulkanudbrud og udgasning fra Titans indre. Endelig kan atmosfæren stamme fra kometer, som er stødt ind i Titan, eller en kombination af alle tre muligheder.

Cassini/Huygens-målingerne tyder på, at vi kan udelukke den første mulighed, for flere af de ædelgasser, der burde være tilstede i den oprindelige gassky blev ikke fundet. Det drejer sig om ^{38}Ar , Kr og Xe, mens der kun blev fundet meget små mængder (0,3 ppm) af isotopen ^{36}Ar . Der er til gengæld fundet ^{40}Ar (42 ppm), men denne isotop hører ikke til den oprindelige argongas, og må være dannet senere som et produkt af radioaktive henfald fra 40 K i Titans indre. De mange tegn på, at der har været væsker på overfladen, støtter også teorien om, at en væsentlig del af atmosfæren stammer fra vulkanudbrud. Da tyngdekraften på Titan kun er en syvendel af Jordens, har Titan dog haft svært ved at holde på sin atmosfære, og da det især er den lettere ^{14}N isotop, der er gået tabt, kan man ud fra målinger af forholdet mellem kvælstofisotoperne beregne, at Titans har mistet 80 % af sin oprindelige atmosfære [5].

Desværre gik data fra Huygens' vindmåler tabt, men da man kunne følge sondens bevægelser, mens den dalede ned gennem atmosfæren i faldskærm, kan man konkludere, at i 100 kms højde blæser voldsomt, ca. 120 m/s og i gennemsnit i samme retning som Titans rotation. Nedenunder er der et område med vindhastigheder på 20-40 m/s, mens der kun blæser en let brise på få m/s ved overfladen. Det er nu en opgave at finde ud af, om de svage overfladevinde kan forklare erosionen eller om det indimellem også må storme ved overfladen.

Cassini har målt vindhastigheder i toppen af Titans atmosfære og opdaget, at dens struktur minder om Jordens. Eksempelvis har Cassini fundet en hvirvel, hvor atmosfæren cirkulerer omkring Titans nordpol og isolerer den fra resten af atmosfæren. På Jorden forhindrer en tilsvarende hvirvel omkring Antarktis, at polarområdet om vinteren blandes med den øvrige atmosfære, hvilket giver tid til kemiske reaktioner, som nedbryder ozon.

Et af Titans mysterier er den høje koncentration af metan i atmosfæren. Jordens atmosfære indeholder kun godt 1 ppm metan, mens Huygens målte 1,4 % metan i Titans stratosfære i 140 km højde. Koncentrationen steg herefter ned gennem Titans atmosfære til 4,9 % ved overfladen. I Jordens atmosfære nedbrydes metanen konstant af sollyset, og det samme sker på Titan, således at metanen burde forsvinde i løbet af 10-100 mio. år. Der må der være en stor metankilde i Titans indre, som konstant erstatter den nedbrudte metan. Dette metanreservoir, som kan bestå af metanhydrater (metanis),

stammer formodentlig helt tilbage fra dannelsen af Titan

Studier af Titans skyer fra Cassini har vist, at de fleste af skyerne bliver dannet i et smalt område på Titans sydlige halvkugle, og det kunne tyde på en forbindelse med metankilder på overfladen [6].

Udover at det er svært at forstå, hvorfor der er så meget metan, er det også svært at forstå, hvad der er blevet af den nedbrudte metan. Modeller af kemien i Titans atmosfære forudsiger, at ætan er det vigtigste slutprodukt fra metan-nedbrydningen, så der burde ligge et kilometertykt ætan-lag på Titan. Det ser ikke ud til at være tilfældet, så modellerne må forbedres. For at kunne gøre det, må man blandt andet kende fordelingen af kulbrinter og andre molekyler i Titans atmosfære.

I løbet af de kommende år vil målingerne fra Cassini give os et detaljeret indblik i Titans geologi, fysik og kemi. Mange spørgsmål vil blive besvaret, men som med al anden god forskning vil der uden tvivl opstå lige så mange nye ubesvarede spørgsmål.

Litteratur

- [1] J.O.P. Pedersen (2004) "Titan – en rejse tilbage til Jordens fortid", Kvant, bind 15, nr. 3, side 3-7.
- [2] J. C. Zarnecki m.fl. (2005) "A soft solid surface on Titan as revealed by the Huygens Surface Science Package", Nature, bind 438, side 792-795.
- [3] C. C. Porco m.fl. (2005) "Imaging of Titan from the Cassini spacecraft", Nature, bind 434, side 159-168.
- [4] R. D. Lorenz m.fl. (2006) "The Sand Seas of Titan: Cassini RADAR Observations of Longitudinal Dunes", Nature, bind 312, side 724-727.
- [5] H. B. Niemann m.fl. (2005) "The abundances of constituents of Titan's atmosphere from the GCMS instrument on the Huygens probe Free access", Nature, bind 438, side 779-784.
- [6] C. A. Griffith m.fl. (2005) "The Evolution of Titan's Mid-Latitude Clouds", Science, bind 310, side 474-477.
- [7] ESA's hjemmeside om Cassini/Huygens: www.esa.int/SPECIALS/Cassini-Huygens/
- [8] NASA's hjemmeside om Cassini/Huygens: saturn.jpl.nasa.gov/home/index.cfm
- [9] Planetary Societys hjemmeside om Cassini/Huygens: www.planetary.org/topics/saturn/titan_huygens.html



Jens Olaf Pepke Pedersen er seniorforsker ved Danmarks Rumcenter og har i en årrække bl.a. beskæftiget sig med Titans atmosfære.

Stardusts hemmelige mission og fremtidens rumrejser

Af Kim Nielsen, Utah State University, USA.

Da rumkapslen "Stardust", tidligt om morgenen den 16. januar i år, vendte tilbage til Jorden efter næsten 7 år i rummet var det med stor mediebevågenhed fra hele verden. Rumkapslens primære formål var at indsamle kometstøv fra kometen Wild 2 og derefter vende tilbage til Jorden, hvilket gjorde den til den første "robotmission", designet til at hjembringe kosmisk materiale, siden Apollomissionerne medbragte materiale fra Månen. Men Stardust havde også et andet formål, som mange ikke er bekendt med.

Stardust gennemtrængte Jordens øverste atmosfære med en hastighed tæt på 13 km/s og var dermed det hurtigste menneskeskabte objekt siden Apollorumkapslerne til at gennemtrænge Jordens atmosfære. Som følge af den høje hastighed og den stigende tæthed af Jordens atmosfære dannes der en chokfront foran kapslen. I chokfronten omdannes atmosfærens molekyler til atomer og denne gas opvarmes til adskillige tusinde grader. Denne varme gas overfører varme til kapslen, hvilket kan foregå på tre måder:

1. Konvektion fra den varme gas til den koldere kapsel,
2. Gassen i choklaget rekombinerer til mindre aktive molekyler på kapslens yderside og afgiver dermed varme,
3. Intens stråling fra choklaget.

For at kunne modstå de ekstreme temperaturer er rumkapslen beskyttet af et materiale man kalder "Thermal Protection System", TPS, der betyder varmebeskyttelsessystem. Udviklingen af dette beskyttelsessystem er et af NASAs højeste prioriteter med henblik på fremtidige rummissioner, bl.a. for den næste generation af rumfærger, "Crew Exploration Vehicle" eller CEV. Forskellige materialer har været brugt ved tidligere missioner. Af interessante eksempler kan nævnes "Galileo" rumsonden, som udforskede Jupiters atmosfære og derefter brændte op (disintegrerede) da dens TPS system ikke længere kunne modstå temperaturen i choklaget (ca. 16.000 grader på sit højeste). Galileo var en succeshistorie men der er også tilfælde, hvor TPS har fejlet. Det mest kendte eksempel er rumfærgen Columbia som stort set faldt fra hinanden da den trængte ind i den øverste atmosfære. Rumfærgernes TPS består af tusinde små kakler, som har den egenskab, at man kan varme den ene side op til mere end 1000 grader mens den anden side forbliver kold. Problemet med disse kakler er, som man så med Columbia, at de er skrøbelige og varmen fra chokregionen kan overføres til rumfærgen, hvis de revner eller falder af.

TPS materialer er gennemtestet i laboratorier men kun få er blevet testet under virkelige forhold da det er umuligt at producere den øvre atmosfæres naturlige forhold i et laboratorium. Man skal helt tilbage til

NASAs "FIRE 2" i 1965 for at finde et succesfuldt eksperiment, hvor man – fra rumfartøjet – målte varmetilførslen mens fartøjet gennemtrængte jordens atmosfære. De senere års tilbagevendende fartøjer som "Genesis" og "Stardust" har givet mulighed for at studere TPS materialer i detaljer, som det hidtil ikke har været muligt. Til dette formål blev et forskningshold bestående af ca. 25 fysikere samlet for at studere både Genesis og Stardusts rejse igennem atmosfæren. Deres opgave var hovedsagligt at studere overfladetemperaturen, de fysiske forhold i choklaget, og bestemme mængden af gas eller brudstykker fra TPS materialet.

Overfladetemperaturen kan bestemmes ud fra kapslens varmestråling. Ifølge Plancks strålingslov er varmestrålingen en funktion af overfladens absolutte temperatur. Ved at måle kapslens intensitet som funktion af bølgelængden kan man derfra udlede dens temperatur. Dette temperaturspektrum er kontinuert, hvorimod et liniespektrum er diskret. Et liniespektrum vil give information om, hvilke materialer der udsender lys med den tilsvarende bølgelængde. Kapslens liniespektrum vil derfor vise atmosfærens molekyler, som bliver varmet op tæt ved kapslen. Men dette spektrum vil også afsløre partikler/brudstykker fra kapslen. Disse partikler findes ikke naturligt i atmosfæren og er dermed et fingeraftryk for eventuelle brudstykker/partikler som falder af kapslen under turen igennem atmosfæren.

Jordens atmosfære absorberer en del af den udsendte stråling og især vandamp fra troposfæren (den nederste del af atmosfæren, op til ca. 10-15 km højde) absorberer en stor del af den infrarøde stråling. For at undgå dette problem blev kapslens spektrum observeret fra luften ved hjælp af specielt udstyrede flyvemaskiner. De blev udstyret med optiske instrumenter, som var følsomme i hele det teoretiske spektrum af kapslen – fra ultraviolet til infrarødt. Disse instrumenter har tidligere været brugt med stor succes i lignende missioner bl.a. til meteorstormen "Leoniderne", hvor det første nærinfrarøde spektrum af et meteor blev målt.

Genesis

Vores første mission for at studere TPS materialer var i forbindelse med Genesis kapslen. Som de fleste sikkert ved, så forløb landingen ikke som planlagt da kapslens faldskærm ikke virkede efter hensigten og kapslen

styrte direkte ned i ørkenen i Utah. Denne fejl havde ikke indflydelse på vores opgave. Uheldigvis var der ikke opdaterede informationer mellem selve Genesis forskningsholdet og vores hold, hvilket bevirkede at man ikke havde kapslens opdaterede position. Dette betød, at flyets kurs var forskudt i forhold til Genesis og kun ét instrument ombord fik brugbare data. Genesis missionen gav ikke spektroskopiske målinger men man var i stand til at evaluere den gennemsnitlige overfladetemperatur som funktion af højden i atmosfæren. Desuden var det observeret, at TPS materialet forblev varmere længere tid end forventet, hvilket gav information om varmeledningsevnen af det anvendte TPS materiale. Genesis missionen viste sig at være en lærerig oplevelse med henblik på den næste mission: Stardust.



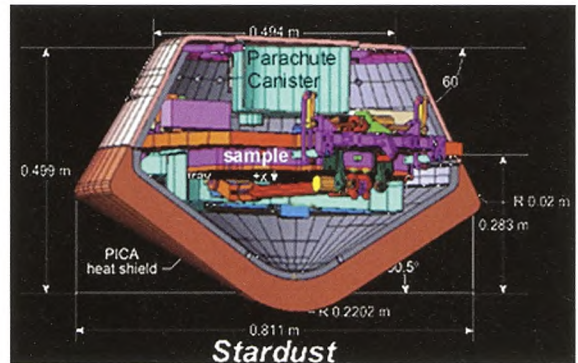
Figur 1. Illustration af Stardust kapslens indtrængning igennem Jordens atmosfære [1].



Figur 2. Mike Taylor og Mitsumi Ejiri fra Utah State University i færd med at kalibrere de optiske instrumenter ombord på University of North Dakota's DC-8 (tidligere NASAs flyvende observatorium).

Stardust

Stardust kapslens varmeskjold var opdelt i to dele. Kapslens front bestod af et nyt TPS materiale kaldet "Phenolic Impregnated Carbon Ablator", PICA. Stardust var den første rumrejse der afprøvede dette materiale. Resten af kapslen havde det samme beskyttende lag som der blev brugt på Mars Pathfinder og Mars Exploration Rover missionerne. Dette materiale er vel testet og blev også brugt på Viking missionerne til Mars i 1970'erne.



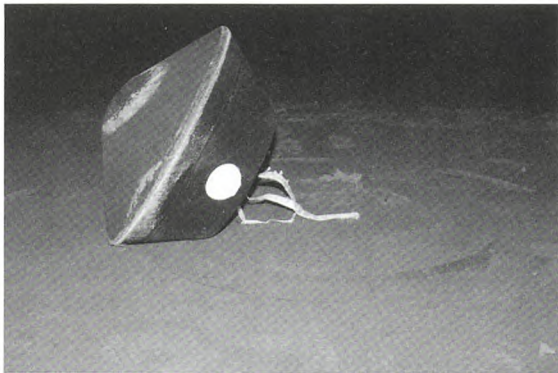
Figur 3. Skitse over kapslens opbygning. Kapslens front er dækket af et TPS materiale kaldet PICA [2].

Strålingen fra Stardust er forventet til at være domineret af den stærke termiske sortlegemestråling fra kapslens overflade, der dækker alle bølgelængder men er mest dominerende i det nærinfrarøde. Derudover forventer man at se linie- og båndspektre fra den varme plasma omkring kapslen og materiale fra TPS materialet. Under nedgangen igennem atmosfæren er der tre faser som betragtes mht. maksimum varmetilførsel:

1. Høj hastighed, lav atmosfærisk tæthed (før maksimum). I dette tilfælde forventer man at se stråling fra atmosfærens molekyler
2. Høj hastighed, moderat tæthed (ved maksimum), hvor sortlegemestrålingen fra kapslens overflade dominerer
3. Lav hastighed og høj tæthed. Her vil man forvente at den høje temperatur under maksimum er blevet fordelt over kapslens TPS og gennemsnitstemperaturen er faldet og man vil observere en tilsvarende aftagende intensitet af den termiske stråling.



Figur 4. Billede af Stardust taget med et af Utah State Universitetets instrumenter (snap-shot fra en videooptagelse).



Figur 5. Stardust efter landing i Utahs ørken [1].

De endelige resultater vedrørende overfladetemperatur og detaljeret spektrum er stadig under udforskning men de første resultater tyder på, at det nye TPS materiale klarede de ekstreme betingelser bedre end forventet.

Efter denne succesfulde mission ser vores forskningshold frem til når den japanske "Hayabusa" kapsel vender hjem til Jorden – i 2010 – efter dens møde med asteroiden Itokawa 1998SF36.

Litteratur

- [1] Stardusts hjemmeside,
<http://stardust.jpl.nasa.gov/home/index.html>
- [2] Forskningsholdets hjemmeside om Genesis, Stardust og Hayabusa, <http://reentry.arc.nasa.gov>
- [3] Genesis' hjemmeside,
<http://genesismission.jpl.nasa.gov>
- [4] Japans rumforskningsorganisations hjemmeside om Hayabusa, <http://www.isas.jaxa.jp/e/enterp/-missions/hayabusa/>



Kim Nielsen er ph.d.-studerende ved Utah State University, USA, under vejledning af Dr. Michael Taylor. Hans primære forskningsområde er dynamik i den øvre atmosfære med speciale i atmosfæriske tyngdebølger i natteguld, lysende natteskyer (NLC), og nordlys. Han har ekspertise i brug og udvikling af diverse optiske instrumenter under lave lysforhold.

Præsidentens beretning ved SNU generalforsamling den 3. april 2006

Et givtigt år for SNU

I det forløbne år har foreningen stået for et alsidigt foredragsprogram, der begyndte allerede den 24. januar med et foredrag om August Krogh af professor Erik Hviid Larsen fra KU. Sæsonen 2004/2005 stod jo i jubilæets og dermed det historiske lys, og foråret fortsatte efterårets serie om fremragende danske videnskabsmænd og -damer. Det andet foredrag blev holdt den 14. februar og satte fokus på Inge Lehmann – det blev holdt af professor Claus Hammer fra KU. Den 14. marts havde vi så et lidt alternativt arrangement, hvor professor Thomas Söderqvist fra Medicinsk Museum fokuserede på, hvad man kan lære af forskerbiografier – idet han dog også som eksempel mere konkret omtalte Niels Jernes usædvanlige karriere. Herefter var der af kalendermæssige årsager en lille pause, indtil vi den 9. maj hørte om Emil Chr. Hansen og gærforskningen ved Carlsberg Laboratoriet – foredraget blev holdt af professor Morten Kielland-Brandt fra Carlsberg Laboratoriet. Sæsonen blev afsluttet den 31. maj med et foredrag af professor Albert Gjedde fra AU, der handlede om Peter Ludvig Panum.

I efteråret kørte så et nyt tema, med fokus på Jordens overlevelse, hvor vi den 19. september hørte om udvikling af bølgeenergi-anlæg ved institutleder Peter Frigaard fra Aalborg Universitet, den 10. oktober om Tsunamier ved Erik Schou Jensen, den 31. oktober om Jordens vand og drikkevand ved geolog Walter Brüsch fra GEUS, derefter den 21. november havde besøg af

professor Peter Westh fra RUC, der talte om Livets matrice, og endelig afsluttede sæsonen med endnu et foredrag af Walter Brüsch om specielt Danmarks drikkevand.

Alt i alt en givtig sæson med rigtig spændende foredrag – desværre med en lavere tilslutning end tidligere år, hvilket vi i høj grad tilskriver, at vi ikke længere udsender det lille SNU-Nyt før hvert foredrag, men har indskrænket antallet af udsendelser til 3 gange om året – én gang før hver sæson starter, og én gang før generalforsamlingen. Dette er sket af portomæssige årsager, da reglerne jo blev lavet om, så vi ikke længere kan få reduceret takst ved udsendelse af det lille SNU-Nyt, men skal betale fuld brevtakst, og det ville betyde en væsentlig stigning i vores løbende driftsomkostninger at udsende SNU-Nyt med samme hyppighed som før. I lyset af Selskabets gode økonomi vil det dog blive overvejet at genindføre udsendelserne af SNU-Nyt i den kommende sæson.

Økonomisk set har året været godt for SNU, og vores medlemstal er steget. Vi ønsker at følge videre op på denne udvikling, hvis det er muligt.

Hvad angår bladet KVANT, har Selskabets revisor foreslået en beskedent kapitalindsprøjtning, og de deltagende foreninger er blevet enige om at foretage denne. Bladet har også haft et godt år, med let stigende annoncemængde og rigtig mange gode artikler.

Alt i alt et godt og positivt år for SNU.

Dorte Olesen

Kasserollehåndtag – breddeopgave 24 med didaktisk kommentar

Af Jens Højgaard Jensen, IMFUFA, RUC.

Mit formål med artikelserien om breddeopgaver er – udover at gøre opmærksom på RUCs fysikuddannelse – dobbelt: Dels udvælger jeg opgaverne, så de kan have interesse som fysikproblemer i egen ret. Dels udvælger jeg dem med henblik på at kunne knytte didaktiske overvejelser til dem af interesse for fysikundervisere. I første omgang i forhold til universitetsundervisning. Men i anden omgang kunne der måske også trækkes paralleller til andre undervisningsniveauer.

Her bringes løsning og kommentarer til opgaven fra forrige nummer samt en ny opgave. Opgaven i sidste nummer af KVANT var denne breddeopgave fra RUC (nr. 24 i rækken i KVANT):

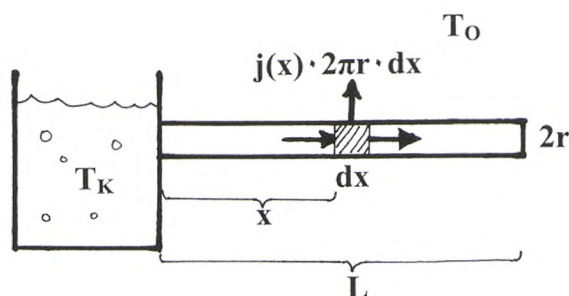
24. Kasserollehåndtag

Oftest brænder man sig på pander eller kasseroller med metalhåndtag, når man fjerner dem fra ilden. Hvordan afhænger temperaturen af enden af et sådant metalhåndtag af dets længde og tykkelse? Begrund svarene.

Løsning

Vi vil se på den stationære situation, hvor metalhåndtaget efter at være blevet varmet op har indstillet sig med en temperaturfordeling, der ikke mere ændrer sig med tiden. Temperaturfordelingen er da styret af varmeledningen i håndtaget og energiafgivelsen til den omgivende luft omkring håndtaget.

Vi kalder temperaturen i kasserollen (typisk vands kogepunkt) for T_K , temperaturen af den omgivende luft for T_O (typisk stuetemperatur) og temperaturen af metalhåndtaget i afstanden x fra kasserollen for $T(x)$. Håndtagets længde kaldes L og dets tværsnitsradius r .



Figur 1. Energistrøm gennem et kasserollehåndtag.

Da energistrømmen ind og summen af de to energistrømme ud af det skraverede område på figur 1 skal

være lige store i den stationære situation, har vi:

$$-\kappa \cdot \frac{dT(x)}{dx} \Big|_x \cdot A = -\kappa \cdot \frac{dT(x)}{dx} \Big|_{x+dx} \cdot A + j(x) \cdot 2\pi r \cdot dx, \quad (1)$$

hvor κ er varmeledningsevnen for metallet, A metalhåndtagets tværsnitsareal og $j(x)$ er energiafgivelsen til den omgivende luft per tidsenhed per arealenhed fra det skraverede område. A er proportional med r , hvis håndtaget er konstrueret hult af en metalplade af given tykkelse, og proportional med r^2 , hvis håndtaget er massivt.

Energiafgivelsen til omgivelserne sker både ved varmeledning, konvektion og varmestråling. Så længe håndtagets absolutte temperatur ikke er forholdsmeget større end den absolutte stuetemperatur, kan $j(x)$ som den simpleste antagelse regnes for proportional med $T(x) - T_O$. Dvs. $j(x) = K \cdot (T(x) - T_O)$, hvor K er en karakteristisk konstant for energistrømmen per arealenhed fra en varm overflade til luft. Med dette tilnærmede udtryk for $j(x)$ kan ligning (1) omformes til:

$$\frac{d^2(T(x) - T_O)}{dx^2} = 1/\lambda^2 \cdot (T(x) - T_O) \quad (2)$$

med

$$\lambda = \sqrt{(\kappa/K) \cdot A/2\pi r} \quad (3)$$

Af ligning (2) ses det, at λ er den afgørende parameter for udseendet af $T(x) - T_O$ som funktion af x . Og dermed også den afgørende parameter for temperaturen for $x = L$, dvs. for om man brænder sig ved at tage på enden af kasserollehåndtaget. Af ligning (2) ses også, at λ har dimension af en længde. Vi kan derfor roligt gribe om enden af kasserollehåndtaget, hvis L er en størrelsesorden større end den karakteristiske længde givet ved ligning (3). Hvorimod vi må påregne at brænde os, hvis L er mindre end eller af samme størrelsesorden som λ . Hvis håndtaget er hult, således at A er proportional med r , ses det, at tykkelsen af håndtaget er ligegyldig. Hvis håndtaget derimod er massivt, således at A er proportional med r^2 , ses det, at f.eks. et dobbelt så tykt håndtag nødvendiggør, at længden gøres $\sqrt{2}$ gange større for at fastholde temperaturen af enden af håndtaget.

Opgaven kan også løses mere udførligt ved at løse ligning (2) med randbetingelserne $T(x) - T_O = T_K - T_O$ for $x = 0$ og $d(T(x) - T_O)/dx = 0$ for $x = L$. Hvor der

er set bort fra energifrigivelsen fra håndtagets endeflade som betydningsløs. Løsningen til ligning (2) er da:

$$T(x) - T_O = (T_K - T_O) \cdot \left[\frac{e^{x/\lambda}}{1 + e^{2L/\lambda}} + \frac{e^{-x/\lambda}}{1 + e^{-2L/\lambda}} \right] \quad (4)$$

Ved heri at sætte $x = L$ fås:

$$T(L) - T_O = \frac{2 \cdot (T_K - T_O)}{e^{L/\lambda} + e^{-L/\lambda}} \quad (5)$$

som den mere præcise sammenhæng imellem temperaturen af enden af håndtaget og dets længde. Og via λ også sammenhængen imellem temperaturen af enden af håndtaget og dets tykkelse.

Kommentarer

1. Opgaven hører til i den matematiktunge ende af eksamensopgaverne fra breddekurset på RUC. De fleste af breddeopgaverne er udarbejdet, så de kan løses ved forholdsvis simple regninger. Fordi vi ikke ønsker, at matematiktekniske vanskeligheder kommer til at skygge for det centrale i breddekurset, nemlig træningen i at kunne bringe et problem på en form, så det kan gøres til genstand for matematisk/fysisk bearbejdning. I modsætning til de mere traditionelle dybdekurser i termodynamik, elektrodynamik og kvantemekanik på fysikstudiet på RUC, hvor der formidles på den sædvanlige matematikbårne vis. Alligevel stilles der undertiden altså også opgaver til breddeeksaminerne, der som denne er matematiktunge på niveau med de typiske eksamensopgaver på dybdekurserne. En af retfærdiggørelserne herfor er, at det hører med til det at kunne fysificere og matematificere at være i stand til at vælge matematikteknisk niveau efter omstændighederne. I det lys er det en fordel, at matematikfordringerne til besvarelserne af breddeopgaverne er så varierede, som tilfældet er.

2. Hvornår er en breddeopgave løst tilfredsstillende? Er ræsonnementerne ovenfor med udgangspunkt i ligningerne (2) og (3) f.eks. en tilfredsstillende besvarelse af opgaven her? Eller er den tilfredsstillende besvarelse ligningerne (3) og (5)? Sådan spørger de studerende på breddekurset naturligvis. Hvor mit svar på spørgsmålet vil være, at begge former for besvarelser kan være mere eller mindre tilfredsstillende afhængig af, hvordan de begrundes. Og at det suveræne svar gør rede for begge måder at svare på.

3. Den matematiske udledning af (4) fra (2) kan være svær. Opstillingen af ligning (1) via figur 1 kan også være en vanskelig proces. Mere overraskende er det måske, at sådan noget som udledningen af ligning (2)+(3) fra ligning (1) for de studerende i begyndelsen af breddekursusforløbet også erfaringsmæssigt indebærer vanskeligheder udover modelleringen af $j(x)$. På det tidspunkt opfatter de studerende for det meste differentiation udelukkende som en operator, der afbilder en

funktion ind i en anden funktion. Altså den opfattelse af differentiation, som udledningen af (4) fra (2) kræver. Hvorimod udledningen af (2)+(3) fra (1) jo kræver, at differentiation tænkes som en kvotient af infinitesimale differencer. Og for de studerende virker det i første omgang forvirrende at skulle veksle imellem to repræsentationer af det samme begreb. Som det er almindeligt i fysik. I mindre grad i matematik. Men helt afgørende ved matematisk modellering.

Breddeopgave 25. Stefans konstant

Inden næste nummer af KVANT udkommer kan læserne eventuelt overveje løsningen til denne eksamensopgave fra breddekurset på RUC (fra sommereksamen 1987, nr. 25 i rækken her i KVANT):

Stefan-Boltzmanns lov, at energitætheden i hulrumsstråling er lig med en universel konstant gange den absolutte temperatur i fjerde potens, kan udledes ud fra elektrodynamikken og termodynamikken. Størrelsen af den universelle konstant lader sig imidlertid kun forklare ud fra mere grundlæggende naturkonstanter inden for rammerne af kvantemekanikken, hvilket antyder en sammenhæng mellem kvantemekanik og termodynamik. Hvordan er sammenhængen mellem konstanten i Stefan-Boltzmanns lov og mere grundlæggende naturkonstanter? Begrund svaret.

Løsning og kommentar bringes i næste nummer.

PFEIFFER  VACUUM

Forskerens

"One-Stop-Shop"
Massespectrometre:
 massrange op til 2048 amu

Alt nødvendigt tilbehør:
Pumpesystem, In-let system,
kammer, ventiler, skueglas,
gennemføringer, fittings og
tryksensorer

Helium læksøger SmartTest™

Mød os på DFS årsmøde

Tel. 4352 3800 Fax 4352 3850
 efa@pfeiffer-vacuum.dk

Aktuelle bøger

Inspiration til bedre undervisning?

Didaktiske elementer – En indføring i matematikkens og naturfagenes didaktik. Biofolia 2006. 252 sider, ill., 275 kr. Se www.biofolia.dk.

Med denne bog ønsker forfatteren, professor Carl Winsløw, Center for Naturfagene Didaktik ved Københavns Universitet, at bidrage til professionaliseringen af undervisningen i de naturvidenskabelige fag i såvel grundskolen, ungdomsuddannelserne og videregående uddannelser. Bogen henvender sig til alle undervisere og søger at besvare følgende nok så relevante spørgsmål: Hvad er relevant naturvidenskabelig viden for alle? Hvilke særlige vanskeligheder knytter der sig til at lære matematik og naturfag? Hvordan overvindes disse vanskeligheder i undervisningen?

Forfatterens udgangspunkt er, at matematik og naturfagene hører til de vigtigste fag. Nogle elever oplever fagene som spændende og udfordrende men alt for mange finder dem både kedelige og svære. Forfatteren mener at alle kan få glæde og viden ud af fagene hvis undervisningsopgaven løses professionelt. Det er nok lettere sagt end gjort og der præsenteres desværre heller ikke nogle magiske svar.

Bogen rummer mest teori men sigter mod praktiske anvendelser. Der findes bl.a. afsnit om videnskabsteori, begrundelsesproblemet (hvorfor undervise i naturfag for alle?), kognitiv udvikling, læring og konstruktivisme, sproget i faget, undervisningskulturer, læreplaner, arbejdsformer og evalueringsformer.

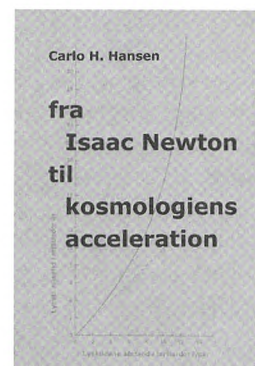
Teksten kan godt virke noget tør og de ret få illustrationer er sort/hvide diagrammer. Selvom bogen lover, at der ikke kræves nogle forudsætninger inden for fagdidaktik, er der stadig en del begreber som ligger ret fjernt fra underviserens dagligdag.

Alle afnittene er korte og kan læses uafhængigt af hinanden med 8-10 små opgaver til sidst, som man kan arbejde med selv. Der er i alt godt 100 opgaver i bogen. For at omsætte noget teori til praksis vil det være en god idé at diskutere f.eks. nogle af opgaverne med en kollega på lærerværelset – et eksempel (side 203):

Skitser et tematisk forløb på selvvalgt niveau, hvis tema er "drivhuseffekten", og hvor forløbet falder inden for dit fag og evt. et nabofag. Overvej relevante kompetencemål (specifikke og generelle).

Uanset om man er relativt ny lærer, med beskeden erfaring, eller erfaren lærer, som måske har behov for efteruddannelse, kan bogen være til nytte i en tid hvor uddannelsessystemet reformeres.

MCA



Kosmologikritik

Fra Isaac Newton til kosmologiens acceleration

Forfatter: Carlo H. Hansen, Forlaget Materialist 2006. 95 sider, ill., 130 kr. Se www.lkpnet.dk/CHH.

Redaktionen har modtaget en bog. Bogen er dels en opdatering af forfatterens bog "Fysikkens elendighed" (1982) og dels en sammenfatning af andre udgivelser. Forfatteren har i fem årtier bekæmpet Einsteins relativitetsteori, som han kalder en 'forkludret naturvidenskab'. Kritikpunktet går bl.a. på, at lys beskrives som *mediumløse* bølger og at lysets hastighed er hævet over årsagsloven. Der er ikke mange tilhængere af ærteorien tilbage, men det er heller ikke forfatterens ærinde. De fleste vælger sig gennem beskæftigelse med fysik til den alment accepterede teori for lys og utallige eksperimenter har demonstreret, at Einsteins teori virker – og den virker fabelagtigt godt! Al kritik preller af som vand på en gås.

Relativitetsteoriens åbenbare succes anfægter åbenbart ikke forfatteren, der "forkaster relativitetsteorien rub og stub". Han forsvarer det synspunkt, at lyset er partikler og *kun* partikler. Lysets konstante hastighed skyldes at Einstein fastholdt en bølgebeskrivelse af lyset. Forfatteren har forsøgt at forklare forskellige astronomiske fænomener ved at tilskrive lyspartiklerne en 'ballistisk hastighed' – som var de kanonkugler. Der er dog kun en enkelt beregning til støtte for hans hypotese. Det berømte dobbeltspalteeksperiment, hvor lys der passerer gennem to spalter danner et interferensmønster på en skærm, diskuteres også. Men der kommer ikke nogen bedre forklaring end den bølgeteori giver. Det vil nok være for svært, eller helt umuligt, hvis man skal fastholde en ren partikelteori for lys.

I et afsnit om kosmologiens acceleration fremsættes en alternativ forklaring på Universets accelererede udvidelse. Forfatterens beregning kan tilsyneladende forklare at det ældste lys vi kan observere er omkring 13-14 mia. år, i overensstemmelse med moderne målinger. Men fortolkningen er den, at lys fra fjernere lyskilder er blevet bremsat så meget, at det ikke kan nå os.

Bogen må betragtes som et filosofisk essay om grundlaget for teorien om lys og tyngdekraft med en kritik af den moderne fysiks grundantagelser. Det er i og for sig sundt, at være skeptisk og udfordre etableret teori, men der skal langt vægtigere argumenter til, for at vælte Einsteins teori.

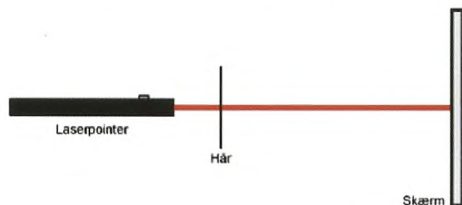
MCA

Fysikforsøg: Mål tykkelsen af et hår

Af Klaus Seiersen, Fysikbasen.dk. Redigeret af John Rosendal Nielsen, KVANT.

Det skulle ikke være så hår(d)t, at bestemme tykkelsen af et hår. Det kræver kun en laser og en hårfin lineal. Nok hårkløveri inden denne hår(d)nakkede snak går i hårdknude.

I fysikdata forsøg nr. 87 kan tykkelsen af et hår (eller en tynd snor eller ledning) måles ved at sende laserlys ind på håret. Derved skabes nemlig et diffraktionsmønster bestående af en lysende streg med mørke striber (se billeder længere nede på siden).



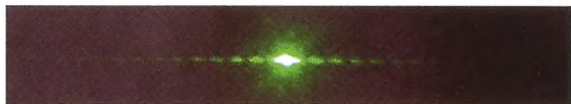
Figur 1. Sendes laserlys ind på et hår, skabes der et diffraktionsmønster, der kan bruges til at bestemme hårets tykkelse.

Hvis man ganske enkelt måler afstanden fra håret til projektionsskærmen samt afstanden fra centrum til en af de mørke striber, kan man udregne hårets tykkelse.



Figur 2. En metaltråd på 0,1 mm er sat fast med tape hen over åbningen på en laserpointer. I stedet for metaltråd kan man måle på tykkelsen af et hår.

Ifølge “Babinets Princip” vil diffraktionsmønsteret fra en smal spalte være det samme som for en smal skærm af samme tykkelse som spalten. Når man skal finde diffraktionsmønsteret fra et hår, kan man altså anvende de samme ligninger, som man udleder for diffraktionsmønsteret fra en smal spalte.



Figur 3. Diffraktionsmønster fra grønt laserlys (532 nm), der spredes på en 0,1 mm metaltråd. Ved at måle afstanden fra centrum til et af de mørke bånd kan man bestemme tykkelsen af tråden.

Betrakter man bare den første, mørke stribe, så skal man først udregne vinklen ud til striben set fra håret. Mål afstanden fra håret til projektionsskærmen (l) samt fra centrum af diffraktionsmønsteret og ud til første mørke stribe (x). Vinklen ud til de mørke riller i diffraktionsmønsteret kan nu findes ud fra denne formel:

$$\tan \theta = \frac{x}{l} \quad (1)$$

Når vinklen θ kendes, kan man finde hårets tykkelse (w) ud fra laserlysets bølglængde λ :

$$w = \frac{\lambda}{\sin \theta} \quad (2)$$

Forsøget er oplagt til elevforsøg, hvor eleverne måler hårtykkelser for hele klassen. Hvordan fordeles hårtykkelserne i klassen, og er der forskel mellem mørkt hår og lyst hår? Til formålet kan man for eksempel bruge programmet “laserWidth”, der kan downloades i referencerne.

For at teste, at metoden rent faktisk virker, kan man starte med at måle på tynde ledninger eller metaltråd, der har en kendt tykkelse. Dermed kan eleverne kontrollere, at de forstår at udføre målingen korrekt og først derefter begynde at måle på hår og lignende af ukendt størrelse.

Som beskrevet i artiklerne i referencerne, kan man også bruge laserdiffraktion til at måle størrelser på andre genstande som for eksempel blodceller eller pollen.

Litteratur

- [1] C. Bowl: “Measurement of red blood cell diameters using a laser”, Phys. Educ. bind **6**, 13 (1971). (<http://www.iop.org/EJ/journal/0031-9120>)
- [2] S.M. Curry and A.L. Shawlow: “Measuring the diameter of a hair by diffraction”, Am. J. Phys. bind **42**, 412 (1974).
- [3] Y.P. Hwu: “Diffraction pattern of a hair”, Am. J. Phys. bind **45**, 404 (1977).
- [4] T.B. Greenslade, Jr.: “Diffraction by a cat’s whisker”, The Physics Teacher bind **38**, 422 (2000). (<http://scitation.aip.org/tpt>)
- [5] Link til forsøg i database på University of Michigan. <http://www.physics.lsa.umich.edu/demolab/demo.asp?id=822>.
- [6] Link til forsøg i database på University of Iowa. <http://faraday.physics.uiowa.edu/optics/6C20.20.htm>
- [7] Download “laserWidth” (Program til beregning af hårtykkelse), <http://www.fysikbasen.dk/laserWidth-download.htm>

Rumteleskopet fejrer jubilæum med billeder af M82

Den 24. april 1990 opsendtes Hubble Rumteleskopet. 16 års jubilæet blev fejret med offentliggørelsen af nogle utroligt smukke billeder af galaksen Messier 82 (M82). M82 kaldes også for "cigargalaksen", pga. den strækkede elliptiske form skabt ved hældningen af stjernedisken relativt til os. Galaksen er 12 millioner lysår væk og kan findes højt på den nordlige himmel i stjernebilledet Store Bjørn. I de centrale dele

af M82 dannes unge stjerner ti gange hurtigere end i vores egen galakse. Udover stråling udsender disse mange nye stjerner også partikler – også kendt som stjernevinde. Stjernevindene fra de mange nye unge stjerner resulterer i voldsomme galaktiske supervinde, der sammenpresser gas og producerer yderligere millioner af stjerner.

Læs flere nyheder side 13.



Messier 82 – Cigargalaksen. Supervindene fra mange nye stjerner udsender varmt ioniseret brintgas foroven og forneden af galaksedisken (rødt på billedet). De unge stjerner er stuved sammen i små og massive stjernehober, der igen klynger sig sammen i de lyse områder i de centrale dele af M82. De blege objekter strøet omkring det centrale område af M82, der ligner slørede stjerner, er faktisk stjernehober på blot 20 lysår på tværs, hver med en million stjerner. Foto: Hubble Rumteleskopet (NASA/ESA).