KVANT-nyheder

Af John Rosendal Nielsen og Sven Munk

Europas smarte satellit har nået Månen

ESAs satellit SMART-1 er, efter at have cirklet omkring Jorden adskillige gange, den 15. november definitivt indfanget af Månens tyngdefelt og er gået i kredsløb om Månen. SMART-1 er en lille spændende satellit, der ikke kun er på en forskningsekspedition, den skal også afprøve nye teknologier, hvilket navnet SMART antyder – Small Missions for Advanced Research in Technology.

Afstanden til Månens overflade er fortsat ret stor, så sondens raketmotor bruges nu til opbremsning, hvilket vil få sonden til at cirkle stadig tættere på Månen - indtil den endelige omløbsbane nås.



Figur 1. Den europæiske månesonde SMART-1 (ESA)

Et interessant aspekt ved SMART 1 er, at der bruges en ion-motor, som udspyer Xenon-ioner med meget stor hastighed. I stedet for store beholdere med brændstof og iltningsmiddel, som det kendes fra de store raketter til satellitopsendelse, er månesonden udstyret med en relativ stor beholder, som rummer den ædle gasart Xenon. Den egentlige energitilførsel er elektrisk strøm, som genereres af solpaneler.

I ion-motoren føres Xenon som gas ind i et kammer, hvor det ioniseres. Her accelereres ionerne af et elektrisk felt (formentlig måles spændingen i kV), hvorved de får en meget stor hastighed. De forlader så kammeret gennem en åbning, der fungerer som dysen på en normal raketmotor. Sondens acceleration er yderst beskeden og derfor var sonden så længe undervejs til Månen. Ion-motoren har vist sig at være utrolig brændstofeffektiv, idet den kun har anvendt 59 kg Xenon (ud af 82 kg) i de ca. 3700 timer, hvor den har været tændt. Ion-motoren har desuden spillet en hovedrolle i manøvren ved ankomsten, idet den har stabiliseret fartøjet og bragt fartøjet i dens endelige bane, sådan at den flyver i en højde af mellem 300 km over Månens sydpol og 3000 km over Månens nordpol. Motoren på SMART 1 er udviklet gennem et joint-venture af et fransk og et russisk firma. Ion-motorer er ikke helt nye, idet der er en halv snes satellitter, som udnytter sådanne til at finjustere positionen på himmelhvælvet.

Af andre nye typer teknikker, der afprøves på SMART-1, bør nævnes navigationen, hvor observationer af himmellegemer fra satellittens eget teleskop kan fastslå den nøjagtige position og hastighed. Denne teknik er det store håb for fremtidens rumfartøjer, idet man derved kan begrænse kontakten til kontrolrummet på Jorden. Set fra en dansk synsvinkel skal det bemærkes, at SMART-1 er forsynet med stjernekameraer bygget på Danmarks Tekniske Universitet.

Kommunikationen med SMART-1 udnytter også en ny teknik, hvor man har afprøvet radiotransmissioner ved meget høje frekvenser sammenlignet med traditionelle radiofrekvenser. Disse kommunikationseksperimenter er beregnet til det ydre rum og vil gøre det muligt at overføre en stadig større mængde videnskabelige data fra fremtidens rumfartøjer. Et andet eksperiment af fremtidens kommunikation er "Laser Link", hvor SMART-1 har testet gennemførligheden af, at rette en laserstråle fra Jorden mod et rumfartøj i ydre rum.

SMART-1 missionen er ikke kun et teknologisk eksperiment. Den skal også udføre en række videnskabelige observationer af Månen, der skal starte i begyndelsen af januar og slutte i juni. Der kan dog blive tale om en forlængelse af denne periode for den videnskabelige mission pga. det ekstra brændstof.

Satellitten har et kamera, der kan studere Månens topografi og sammensætningen af overfladen. Dette foregår ved at måle på synligt lys igennem filtre, hvor man kan vælge imellem gult lys, rødt lys eller infrarød stråling med meget kort bølgelængde. SMART-1's kamera observerer et lille område fra forskellige vinkler og under forskellige belysningsforhold, hvilket derved gerne skulle forsyne os med ny viden om Månens overflade. Satellitten har et infrarødt spektrometer, der skal bestemme fordelingen af mineraler såsom feldspat. Observationer af denne slags er tidligere gjort med den amerikanske "Clementine", men SMART-1 vil kunne gøre det langt mere detaljeret.

Formålet med disse videnskabelige eksperimenter er at afgøre, om der eksisterer vand i form af is i bunden af små kratere ved Månens polarområder. I disse kratere bliver temperaturen ikke over $-170°C$, idet sollyset ikke kan nå derned. Manglen på sollys vil besværliggøre observationerne, men håbet er, at der kommer lys nok til at spektrometret kan måle det. Eksistensen af vand i form af is er vigtig for en eventuel oprettelse af en permanent base på Månen.

Et andet spørgsmål, forskerne håber på at få besvaret, er, hvordan Månen er blevet dannet. En af

teorierne er, at Månen er dannet ved en kollision af en stor asteroide og Jorden under Solsystemets dannelse for omkring 4560 millioner år siden. Hvis denne teori er korrekt, skal mængden af jern i forhold til lettere metaller såsom magnesium og aluminium være mindre på Månen end på Jorden. SMART-1 skal bestemme mængden af grundstoffer med et røntgenstrålingsspektrometer. Solens røntgenstråling får Månens overflade til at fluorescere og derved selv at udsende røntgenstråling. Den præcise energi fra denne røntgenstråling kan bruges til at bestemme hvilket grundstof, der har udsendt strålingen. Det er første gang man undersøger mængden af grundstoffer ved Månens poler. Disse spændende resultater fra observationerne vil først være klar efter juni 2005, så vi må vente lidt endnu.

Kilde: www.esa.int/esaCP/SEM2S8WJD1E_index_0.html

Skilsmisse ved Saturn

Vi bringer en opdatering af status for rumfartøjet Cassini-Huygens, hvis mission blev beskrevet i sidste nummer af Kvant. Cassini-Huygens er et samarbejde mellem det europæiske ESA, det italienske Agenzia Spaziale Italiana og det amerikanske NASA.

Rumfartøjet ankom til Saturn den 1. juli, og alt er gået efter planen. Cassini har således allerede taget billeder af månerne Titan, Hyperion og Tethys og opdaget nye måner i Saturns ringe.

Rumfartøjerne bliver adskilt den 25. december 2004, hvorefter Huygens-sonden fortsætter til Saturns måne Titan. Det er planen at Huygens skal trænge ind i Titans tykke atmosfære den 14. januar, hvor den efter 2 1/2 time lander på Titans overflade og tager den i nærmere øjesyn. Den tykke atmosfære har stillet store krav til sonden, idet den tykke gas vil opvarme sonden under nedstigningen til ekstreme temperaturer.

Huygens' instrumentpark. Nogle af målesystemerne vil være aktive under nedstigningen.

Aerosol Collector and Pyrolyser: For at identificere stoffer i atmosfæren vil en pumpe føre luften gennem et filter, som opsamler aerosolpartikler (30 μg) til kemisk analyse.

Huygens Atmosphere Structure Instrument: Skal måle atmosfærens fysiske og elektriske egenskaber. I pakken indgår også en mikrofon, som skal optage lyde på månen.

Doppler Wind Experiment: Doppler-skiftet i radiosignalerne anvendes til at måle sondens horisontale bevægelse, forårsaget af vind. Desuden vil man søge at bestemme atmosfærens indflydelse på dæmpningen af radiosignaler.

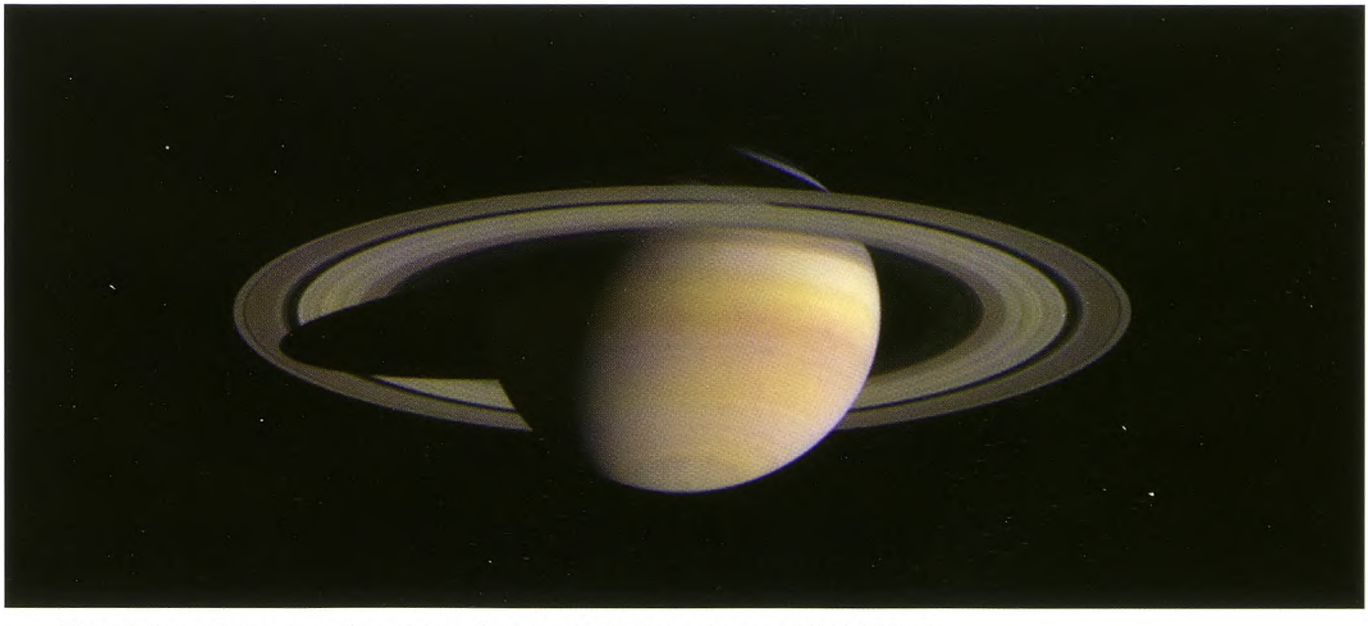
Descent Imager/Spectral Radiometer: Instrumentet kan tage billeder og kombinere dette med en (bredbåndet) spektralanalyse. Få hundrede meter før nedslaget tændes nogle lamper, så der kan laves spektralanalyse af måneoverfladen.

Gas Chromatograph and Mass Spectrometer: Skal identificere og kvantificere kemiske komponenter i atmosfæren. På vej ned gennem atmosfæren vil der blive indsamlet prøver i stor højde for en efterfølgende analyse.

Surface Science Package: Kan bestemme overfladens fysiske egenskaber på nedslagsstedet. Et accelerometer, som registrerer decelerationen under nedslaget - kan fortælle noget om overfladens hårdhed og struktur. Andre sensorer kan måle temperatur, varmeledningsevne, varmekapacitet, lydhastighed, brydningsindeks og overflade-materialets (væskens?) dielektricitetskonstant.

Huygens' varmeskjold kan modstå temperaturer på op til 18.000°C. Vi vender forhåbentligt tilbage til denne mission i næste nummer af Kvant, hvor der måske ligefrem er blevet offentliggjort resultater fra landingen.

Kilder: www.esa.int/SPECIALS/Cassini-Huygens/; Kvant nr. 3, 2004, s. 3-7; www.saturn.jpl.nasa.gov;



Figur 2. Saturn fotograferet af Cassini-rumfartøjet – én af månerne kan anes (NASA/ESA)

Gerningsstjernen bag Tychos supernova er fundet!

Den 11. november i det herrens år 1572 opdagede Tycho Brahe en ny stjerne i stjernebilledet Cassiopeia, som han kaldte for Stella Nova (latin for en ny stjerne). Læseren undrer sig måske over om denne nyhed ikke er en anelse gammel, men den er faktisk blevet aktuel igen, da man har fundet gerningsmanden eller snarere gerningsstjernen til hændelsen for over 400 år siden.

Tycho Brahes "nye" stjerne viste sig ikke at være en stjernefødsel men en stjernedød, der kort efter kunne ses om dagen i flere uger. Denne afslutning på en stjernes liv var synlig for det blotte øje i 16 måneder og fik astronomer i det 16. århundrede til at opgive idéen om den uforanderlige og udødelige stjernehimmel. Vi ved i dag, at det var en Type Ia supernova udfra Tycho Brahes omhyggelige og præcise observationer.

Et forskningsteam anført af Pilar Ruiz-Lapuente fra Universitetet i Barcelona, Spanien, har fundet det første direkte bevis for, hvad man har formodet længe, at Type Ia supernovaer kan opstå i et dobbeltstjernesystem med en udbrændt hvid dværg og en normal hovedseriestjerne. Beviset fik de ved at studere Tycho Brahes supernova med flere jordbaserede teleskoper og Hubble Rumteleskopet. De har observeret en stjerne svarende til vores egen sol - bare lidt ældre - med høj hastighed, der flygtede fra gerningsstedet, dvs. resten efter supernovaen. Hubble-teleskopet har bestemt stjernens hastighed til tre gange så hurtigt som de omkringliggende stjerner.

En Type Ia supernova er et resultat af et dobbeltstjernesystem, hvor den tungeste stjerne ældes hurtigere og dermed bliver en hvid dværg. Dette er normalt afslutningen for stjerner på størrelse med Solens masse, og der vil ikke forekomme nogen supernova, hvis det ikke var for nabostjernen. Stof fra hovedseriestjernen vil begynde at spilde stof i form af hydrogen over på den hvide dværg, der derved vil forøge sin masse. Når massen af den hvide dværg har nået en grænseværdi på 1,4 solmasse (Chandrasekhars grænsemasse), vil den ende som en gigantisk brintbombe (fusion) eksplosion. Eksplosionen vil resultere i, at hovedseriestjernen bliver sendt ud i rummet med stor hastighed svarende til den stjerne, som Ruiz-LapuenteÆs team har observeret.

En stjerne, der flygter med høj hastighed fra gerningsstedet, er ikke et fældende bevis i sig selv, idet man kunne forestille sig alternative grunde til den suspekte opførsel. Stjernen kunne f.eks. være kommet fra den galaktiske halo, der omgiver Mælkevejens skive. Stjerner i haloen har store hastigheder. Ved undersøgelse af stjernens spektre med 4,2 meter William Herschel teleskopet på La Palma og 10 meter Keck teleskopet på Hawaii har man fundet, at den har et indhold af tunge metaller, der er typisk for stjerner i Mælkevejens skive og ikke i haloen. Stjernen er desuden en aldrende version af vores Sol, idet stjernen er begyndt at vokse i diameter for at blive en rød gigantstjerne, hvilket passer til profilen for gerningsstjernen.

Type Ia supernovaer er meget vigtige i kosmologien, idet deres energiudsendelse ved eksplosionen er så velkendt, at de kan bruges til meget præcise afstandsbestemmelser over meget store afstande. Astronomerne går så langt at de kalder supernova Ia for standard lyskilder (eng. standard candle). De er blevet brugt til at bestemme, at Universet har accelererende ekspansion. Accelerationen af Universet skulle ske ved en ukendt kraft - en sort energi - som man stadigvæk undersøger ved hjælp af Type Ia supernovaerne. Det er derfor vigtigt at bekræfte teorierne om forløbet af supernova eksplosionerne, så man kan stole på, at Type Ia supernovaer virkelig er disse standard lyskilder.

Kilder: www.spacetelescope.org; Nature vol. 431, s. 1044-1046 og s. 1069-1072.

Akademisk søgning på nettet

Google har lanceret en ny søgemaskine til internettet, der kan være til gavn for forskere og studerende. Den nye søgemaskine hedder "Google Scholar" og er beregnet til at finde artikler og bøger på internettet. Redaktionen afprøvede søgemaskinen ved at søge på "Kvant", hvilket der kom tre resultater ud af. Til vores store forundring var ingen af dem selve bladet (www.kvant.dk) men derimod *henvisninger* til bladet. Blandt andet fandt Google Scholar en årsberetning fra "Instrumentcenter for Jordbaseret Astronomisk Forskning" fra 2002, hvor der var en reference til Kvant (på side 35). Søgemaskinen er kun en beta-version, og den mangler bl.a. en mulighed for udvidet søgning.

Kilde: www.scholar.google.com

Atomur i mikroformat

Muligheden for at indbygge et atomur i en mobiltelefon er ved at kunne realiseres. Udviklingsarbejdet er gennemført hos NIST (National Institute of Standards and Technology) under projektnavnet "Chip-scale Vapor-Cell Atomic Clocks". Som i andre atomure af klassisk tilsnit er frekvens/tid-bestemmelsen baseret på overgangen mellem to energi-niveauer i Cæsium-atomet (Cs). For at få en veldefineret overgang skal Cs-atomerne befinde sig i gasfasen. Overgangen har en energiforskel, som svarer til frekvensen 9,2 GHz. Ved at sende laserlys (852 nm) moduleret med 4,6 GHz gennem Cs-gassen kan man låse et eksternt oscillatorsignal.

Det er lykkedes med MEMS (microelectromechanical system)-teknik at lave en gas-kavitet med ydre mål på $2 \times 2 \times 5$ mm. Med en måletid på én time kunne en frekvensstabilitet på $1 : 10^{11}$ opnås. Effektforbruget, 75 mW, kan formentlig reduceres til 20 mW.

Som mulige indsatsområder for sådanne miniature atomure angiver forskerne ved NIST selv følgende: jam-resistant GPS receivers, secure wireless communication og synchronization of telecom network. Imidlertid bliver det også muligt at indbygge sådanne ure i alle mulige former for (ikke mindst) bærbare instrumenter, hvor en nøjagtig tidsmåling kan gøre nytte.

Kilde: www.boulder.nist.gov/timefreq/ofm/smallclock/