CORONA

Medlemsblad for
Trondheim Astronomiske Forening

Nr. 2 Mai 2009 11. årgang

Relativitetsteorien

Tycho Brahes øy

En spesiell måne

Herschel og Planck

Redaktørens ord

Så er de lange lyse nettene tilbake og observasjonssesongen er i stor grad over, med noen unntak. Det går an å følge med på Sola. Den er foreløpig temmelig "livløs" med mange dager uten en eneste solflekk, men det tar seg nok snart opp igjen. Den som observerer får se…. Det er faktisk et veddemål på gang blant de mest ivrige solobservatørene om når solflekkminimum vil inntreffe. Vinneren får et førsteklasses okular (Nagler for de innvidde). Mange TAF'ere er med på veddemålet. Ellers er det stadig mulig å se Saturn på kveldshimmelen, samt Månen.

Når jeg ser tilbake på den observasjonssesongen vi har lagt bak oss, så har den vært preget av mye dårlig vær. Ja jeg lurer på om vi noensinne har hatt så dårlig vær, men det tenker vi kanskje hvert år? Uansett, det har medført at det blitt lite observasjoner i vinter. Det som dels har reddet undertegnede er muligheten til å bære teleskopet rett ut på verandaen når det har vært et hull i skydekket. Så dersom jeg skal komme med anbefalinger til nye teleskopkjøpere, så er det å kjøpe noe en kan ha stående klart hele tiden og det bare er å bære ut. Det dreper lyst og motivasjon at det tar så lang tid å få opp teleskopet at det har skyet over når en endelig er klar til å observere.

Sommeren er jo gjerne reisetid, så ikke glem å ta med et stjernekart og kanskje en prismekikkert dersom du skal legge feriereisen til mer sørlige strøk i sommer. Og en liten refraktor går det også an å ta med i bagasjen. TAF har jo også teleskoper til utlån dersom det skulle mangle.

Bladet denne gang er preget av to lange artikler; en om den spesielt "nærgående" Månen i desember og den andre del 2 om Einsteins relativitetsteorier. Det har imidlertid blitt plass til noe annet småstoff og et reisetips med astronomihistorie i Danmark. Vi er klar over at det har vært lite nybegynnerstoff i det siste, så det skal vi rette på. Kom gjerne med tips til hva du vil ha i bladet. og enda bedre: Kom med bidrag!

Til slutt vil redaktøren ønske alle en riktig GOD SOMMER.

Terje Bjerkgård

Styret i TAF informerer

Hovedpunkter fra Generalforsamlingen i april:

- Alle styremedlemmer på valg (Birger Andresen, Terje Bjerkgård, Tom Reidar Henriksen og Erlend Rønnekleiv) ble i tråd med innstilling fra valgkomiteen enstemmig gjenvalgt. Valgkomiteen (Albin Kristiansen, Knut Sverre Grøn og Asle Schei) og revisor (Geir Jacobsson) ble også gjenvalgt. Styret består ellers av Stein Ommund Wasbø og Erlend Langsrud.
- Det ble vedtatt å gi Styret fullmakt til å bruke restbeløpet på teleskopkontoen (ca. 33 tusen kroner) til å kjøpe hydrogen alfa solteleskop + annet høyt prioritert utstyr hvis det blir penger til overs etter innkjøp av solteleskop.
- Revidert resultatregnskap for 2008 ble godkjent og budsjett for 2009 og 2010 ble vedtatt som fremlagt i innkallingen til Generalforsamlingen. Medlemskontingenten ble vedtatt holdt uendret for 2010.

Styret ønsker alle en riktig god sommer.

Nye medlemmer og utmeldinger

TAF har fått 2 nye medlemmer siden sist, mens ingen har meldt seg ut. Foreningen har 140 medlemmer pr. 22/5-09. Vi ønsker hjertelig velkommen til

Erik Hassel og Kjell-Øyvind Nygård

Birger Andresen, *Leder i Trondheim Astronomiske Forening*

TRONDHEIM ASTRONOMISKE FORENING

REDAKSJONEN

Redaktør:
Terje Bjerkgård
Hans Finnes gate 37
7045 Trondheim
Tlf : *73 52 02 83 (p) / 911 99 521*
E-post: *nestleder@taf-astro.no*

Faste medarbeidere:
Nyhetsredaktør: Eivind Wahl
Generelt stoff: Birger Andresen
Layout forside: Louise Hansen

Andre bidragsytere dette nr.:
Arne Bjerge, Per-Jonny Bremseth, Erlend Langsrud, Jan Myrheim og Stein O. Wasbø

BIDRAG:
Bidrag helst som e-post, sendes direkte til redaktøren (se adresse over).

TAFs adresse :

Birger Andresen
Stubbsvingen 36
7036 Trondheim
Tlf priv: *73 83 98 88*
Mobiltlf: *489 59 933*
E-post: *leder@taf-astro.no*

INTERNETT

TAF: http://www.taf-astro.no

TRYKKING : Hos *FESIL ASA*

FORSIDEN: Statue av den danske astronomen Tycho Brahe. Statuen står utenfor museet på øya Ven, der Brahe gjorde de viktigste av sine astronomiske målinger og oppdagelser (foto: Terje Bjerkgård)

Corona

Nr. 2 Mai 2009

Innhold

Artikler

Side 4:
Det spesielle ved Månen 12. desember 2008
Av Arne Bjerge

Side 11:
Planck og Herschel på vei mot målet
Av Birger Andresen

Side 17:
Om Tid og Rom i fysikken – del 2: Hvordan relativitetsteorien ble til
Av Jan Myrheim

Side 25:
Tycho Brahes øy Ven i Øresund
Av Terje Bjerkgård

Småplukk

Side 14:
Litt om himmelkoordinater
Av Birger Andresen

Faste spalter

Side 2:
Redaktørens ord
Styret informerer
Nye medlemmer

Side 10:
Blinkskudd
Tegning av Komet Bennett
Av Per-Jonny Bremseth
Eskimotåken
Av Erlend Langsrud
Saturn
Av Erlend Langsrud og Birger Andresen

Side 14:
Nyheter
ESAs romobservatorier Herschel og Planck på plass i rommet
Av Eivind Wahl

Side 24:
Utlån av utstyr, litteratur og DVD
Av Stein Ommund Wasbø

Side 29:
Stjernehimmelen juni til september 2009
Av Terje Bjerkgård

Annonser

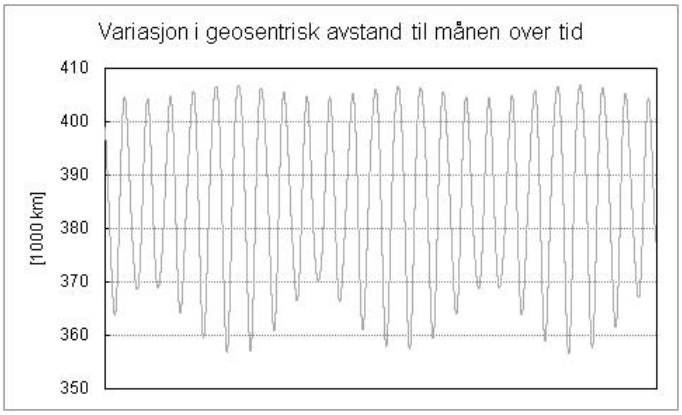
Side 16: Kikkertspesialisten
Side 28: Foto Schrøder

Det spesielle ved Månen 12. desember 2008

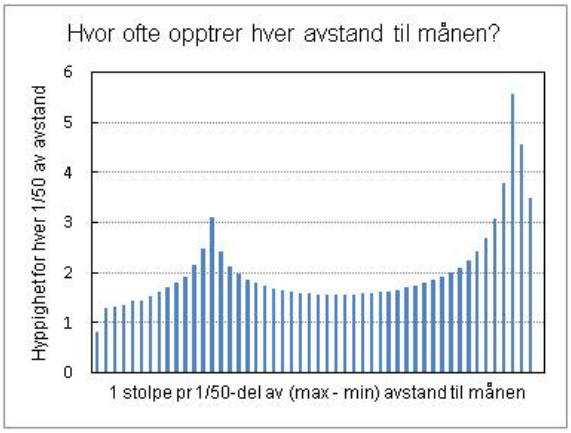
Av Arne Bjerge

Månen er fascinerende, vakker, fotografisk og er nattens mest iøynefallende himmelobjekt. Den er vår planets eget barn fra en meget smertefull fødsel, og som barn flest fjerner den seg gradvis fra sin mor jo eldre den blir, for tiden hele 4 cm i året. Den går rundt Jorda i en ellipseformet bane og en gang for hver runde kommer den på besøk og er nærmere enn ellers. Da er det fest, en fest som har et latinsk navn, "perigeum." På norsk betyr det omtrent "nærmest Jorden". Et par uker senere er den lengst unna på runden rundt Jorda, og da heter det "apogeum." Hver 7-8 måned er Månen ekstra nærme sin mor, da er det høytid for mor og barn.

12. desember 2008 var det en slik høytid. Da var Månen så nær Jorda som den ikke har vært siden 8. mars 1993. Siden 1972 har de bare vært nærmere hverandre 6 ganger. Det ble sendt ut pressemelding om den nært forestående hendelsen, og den ble igjen videreformidlet i flere aviser her i Norge.
"Nær og nær, fru Blom." I jordisk målestokk er Månen er relativt langt fra oss. Avstanden nå var skarve 356.565 km målt i geosentrisk avstand, dvs. avstanden fra Jordas sentrum til Månens sentrum. I og med at Jordas radius er 6.378 km og Månens er 1.738 km, var mor og barn omtrent 356.565 - 6.378 - 1.738 = 348.449 km fra å gi hverandre en klem. Vi skal være glade for at det er såpass stor avstand.



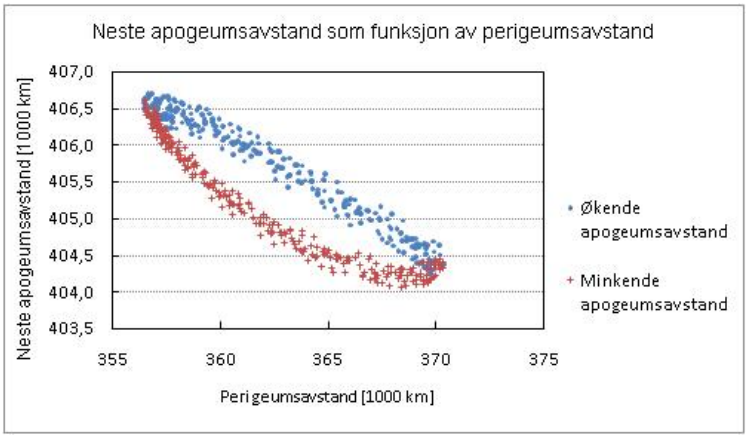
Figur 1: Variasjon i geosentrisk avstand til Månen i perioden 1. juni 2007 til 27. mars 2009. Vi ser her tydelig at både perigeums- og apogeumsavstanden varierer med sinuskurveform. Vi kan også se at lav perigeumsavstand fører til at neste apogeumsavstand blir høy.12. desember 2008 er den siste av de laveste perigeumsavstandene i diagrammet. Variasjonen i apogeumsavstand er 19,3 % av variasjonen i perigeumsavstand i datagrunnlaget for denne artikkelen. I naturen er sinuskurven en lett gjenkjennelig form, og den finner vi igjen her for både perigeums- og apogeumsavstand. I denne artikkelen vil jeg omtale den sykliske variasjonen i perigeumsavstand som "perigeumssyklus."



Figur 2: Diagrammet viser hvor ofte hver enkelt avstand opptrer. Hver stolpe representerer en 1/50 av variasjonen i geosentrisk avstand, dvs. ca. 1.004 km. Y-aksen viser hvor stor andel av tiden som tilbringes i hvert intervall, vist i %. Her ser vi to karakteristiske topper, den første er forårsaket av variasjon i perigeumsavstand, og den andre i variasjon i apogeumsavstand.

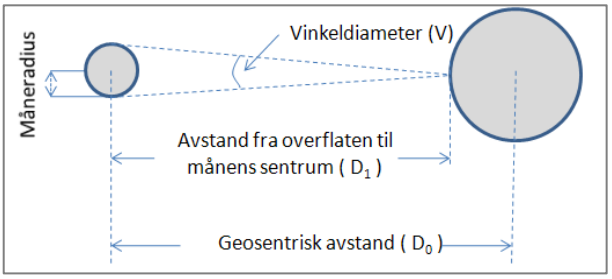
Altså; både perigeums- og apogeumsavstanden varierer, og Månen og Jorda er litt som en del av oss mennesker; når man har vært veldig nær hverandre en stund ved høytider, kan det være godt å ta ut litt ekstra avstand en periode, for ikke å tråkke ned hverandres dør. Dette tar Månen og Jorda hensyn til. Når perigeumsavstanden er liten, vil den påfølgende apogeumsavstanden være stor. Når vi setter disse to parametrene opp mot hverandre i et diagram får vi faktisk se en liten "svingom", ei løkke. Spørsmålet som reiser seg er "hvorfor ser vi ei løkke og ikke en kurve?" Kurven i Figur 1 viser at differansen mellom perigeumsavstanden og neste apogeumsavstand, vi kan kalle den amplituden, varierer syklisk. Når vi grupperer punktene etter om den neste apogeumsavstanden er større eller mindre enn den forrige, blir bildet klarere. At løkka blir slik er ganske logisk ut i fra

figur 1 og siden det finnes beviser for at hjernetrim er sunt, overlater jeg til leseren selv å tenke ut hvorfor løkka blir slik.



Figur 3: Neste apogeumsavstand sett i forhold til "denne" perigeumsavstand. Og ganske riktig: neste apogeum etter 12. desember 2008 skjedde den 26. desember 2008 og hadde den 16. største apogeumsavstanden i perioden august 1972 til desember 2012.

Selv om Månen lyser opp for oss om natten, lyser den aldri selv, den reflekterer sollyset tilbake til oss. Formen som den viser varierer avhengig av vinkelen mellom Sola på den ene siden, Jorda i midten og Månen på den andre siden, denne vinkelen kalles elongasjon. Andel av måneskiven belyst av Sola sett fra Jorda har et navn, månefase, og måles i intervallet 0 til 1, eller 0 til 100 %. 1 betyr at all måneflate som kan sees fra Jorda er belyst. Månefasen er kun avhengig av elongasjonen. Når vi har kombinasjonen liten perigeumsavstand og fullmåne er faktisk måneskiven vi ser over 30 % større enn ved fullmåne når vi har stor apogeumsavstand. Denne variasjonen i tilsynelatende størrelse er hovedårsaken til at en solformørkelse blir total eller kun ringformet. Matematikkglade folk kan vel tenkes å være interesserte i hvordan man kommer fram til "over 30 % større". Jo da, det kan vi vel saktens beskrive, det er relativt grei areal- og trigonometriregning. En elev på videregående skole, naturfaglig linje, som det hette da undertegnede gikk der, bør ved slutten av 1. trinn kunne klare denne utregningen.



Figur 4: Beregning av hvor mye større fullmånen ser ut ved minste perigeum i forhold til ved største apogeum.

Vi må beregne "Vinkelarealet", et uttrykk for dette er arealet av en sirkel: $A = \pi \cdot r^2$, hvor r = månens vinkelradius = månens vinkeldiameter/2.

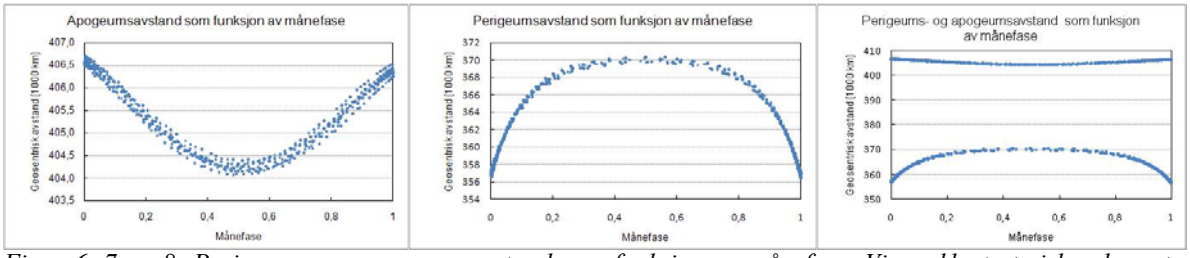
For å finne denne r, må vi bruke litt trigonometri:
$Tan(r) = Måneradius / D_1 = 1.736 km / D_1$
$r = arctan(Måneradius / D_1)$
$D_1 = D_0 – jordens radius = D_0 – 6.378 km$

Da setter vi inn verdier for den eneste variable parameteren D_0, og regner vi ut "vinkelarealet" ved minste perigeum, D_0 =356.517 km og ved største perigeum, D_0 =406.525 km og finner at "vinkelarealet" ved minste perigeum er 30,6 % større enn ved største apogeum.

Figur 5: Sammenligning mellom fullmånens visuelle størrelse ved perigeum og apogeum.

Hva er årsaken til variasjon i perigeums- og apogeumsavstanden? Hvis vi sammenligner med mor-barn-forholdet hos mennesker, så hender det jo at det kommer inn en tredje part og gjør om litt på forholdet mellom mor og barn. Sagt på en annen måte: en annen kommer og trekker barnet nærmere seg selv og fjernere fra moren. En kjæreste? I dette tilfellet heter den tredje parten "Sola." Vi har allerede nevnt ordet månefase, så hvorfor ikke se på det da. Og ganske så

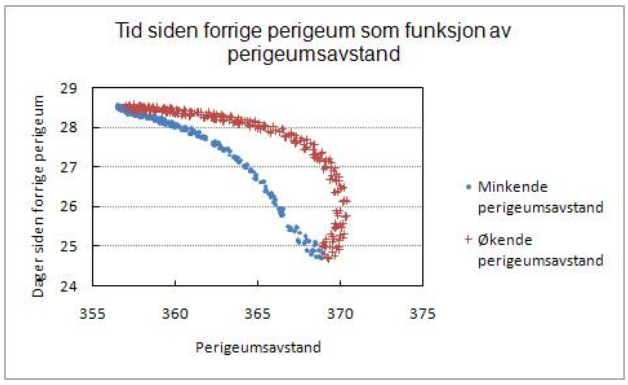
visst trer to kurver fram, den ene buer oppover og den andre nedover, og kurvene er nærmest hverandre ved halvmåne, månefase = 0,5.



Figur 6, 7 og 8: Perigeums- og apogeumsavstand som funksjon av månefase. Vi ser klart at vi har høyest apogeumsavstand og lavest perigeumsavstand ved fullmåne og nymåne. Dette må sees i sammenheng med gravitasjonskrefter. Jo mer parallelt gravitasjonskreftene fra Sola og Jorda drar i Månen, jo mindre blir perigeumsavstanden og jo større blir apogeumsavstanden.

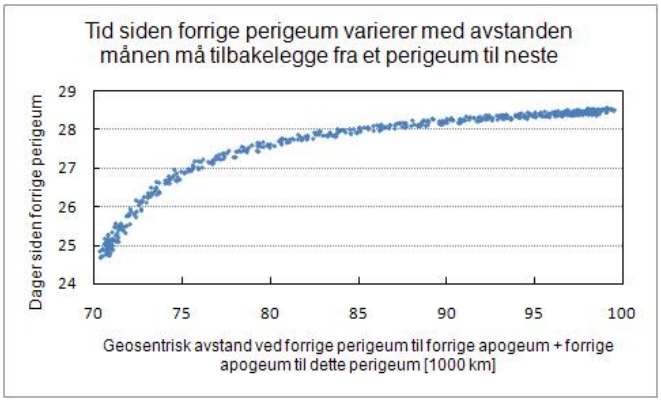
Tiden fra et perigeum til neste varierer kraftig

"Den som leter skal finne," så vi gir oss ikke i vår leting etter nye og fascinerende sammenhenger. Mennesker liker enkle og rene kurver uten mye støy. De fleste av oss er vanedyr og synes variasjon er greit så lenge det er forutsigbart og enkelt å forholde seg til. Det er også greit om det ikke er så mange varierende parametre. Fra studier av Sola ser vi sommerfuglmønstre i diagrammet når vi ser på solflekkgruppenes breddegrad over tid. Månen har sitt eget sommerfuglmønsterdiagram. Den har også et dråpeformsdiagram, og begge er knyttet til tid mellom to perigeumstidspunkter.

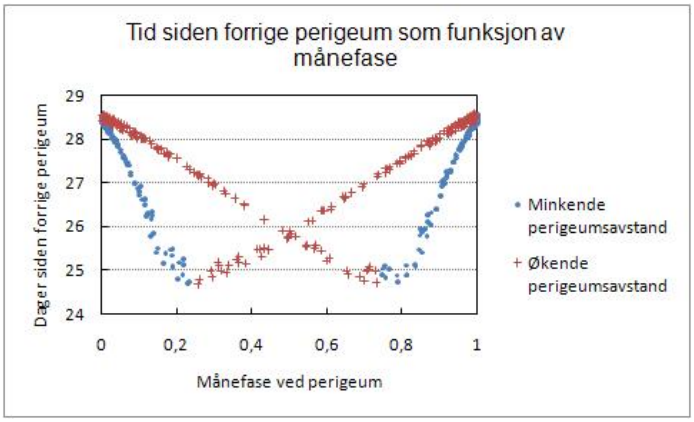


Figur 9: Antall dager siden forrige perigeum, som funksjon av perigeumsavstand. Dette diagrammet må sees i sammenheng med figur 1 og perigeumssyklusen. Det er jo logisk at dersom Månen skal gå fra stor apogeumsavstand til liten perigeumsavstand, så tar dette lenger tid enn det motsatte fall. Det er også logisk at dersom man ved perigeumsavstand 365.000 km kommer fra en lavere perigeumsavstand så vil den runden i syklusen ta lenger tid enn dersom man kommer til perigeumsavstand 365.000 km fra en høyere perigeumsavstand, rett og slett fordi forskjellen mellom forrige apogeumsavstand og denne perigeumsavstand vil være større. Av denne grunn er det her nyttig å dele opp i to serier, en for økende og en for minkende perigeumsavstand.

Figur 10: Antall dager siden forrige perigeum som funksjon av "distansen" Månen tilbakelegger i sin bane rundt Jorda fra et perigeum til neste. Verdien på x-aksen for hvert perigeum finnes ved å legge sammen differansen mellom forrige apogeumsavstand og forrige perigeumsavstand med differansen mellom forrige apogeumsavstand og denne perigeumsavstand. Dette vil gi et uttrykk for hvor langt Månen må gå i sin bane rundt Jorda. Og her er det en meget klar sammenheng; jo større distanse Månen må legge bak seg mellom to perigeum, jo lenger tid tar det.



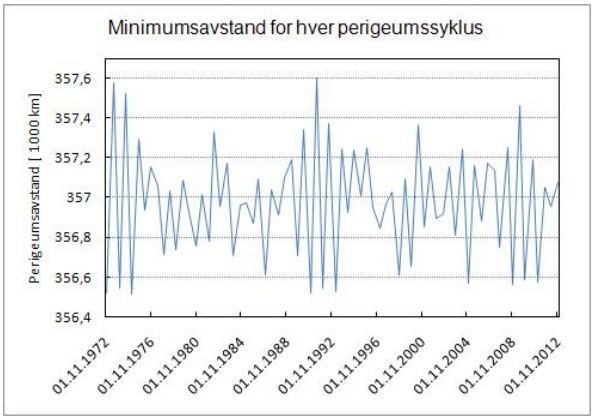
Dette var jo vel og bra! Fine rene linjer, logisk er det også, akkurat som vi mennesker liker det. Men hvor ble det av sommerfuglmønsteret? Jo, det trer fram når vi benytter månefase på x-aksen og tid mellom to perigeum på y-aksen.



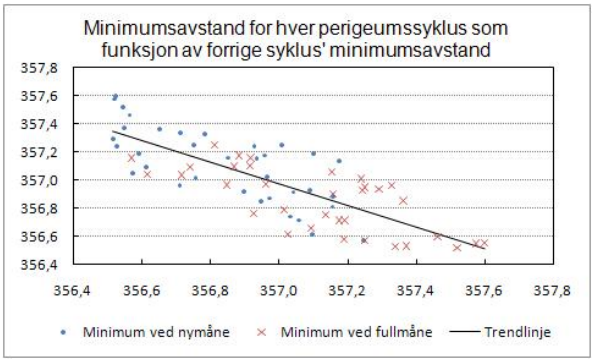
Figur 11: Av figur 6, 7 og 8 ser vi at høy apogeumsavstand og lav perigeumsavstand forekommer ved full- og nymåne. I figur 10 ser vi at jo større distanse Månen tilbakelegger fra et perigeum til neste, jo lenger tid tar det. Da er det logisk at tiden det tar fra et perigeum til neste er større nær fullmåne og nymåne enn ved halvmåne; og det stemmer.

Perigeumssyklusen

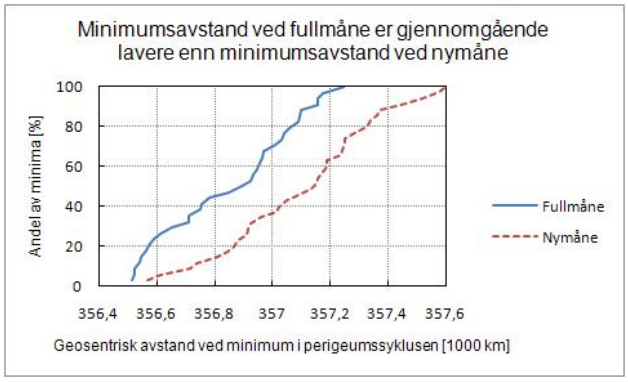
Nå har vi sett på geosentrisk avstand ved hvert perigeum, tid fra et perigeum til neste, og begge disse parametrene sett opp mot månefase. La oss ta et steg opp og se på perigeumssyklusen. Spørsmålene blir: hvor nært kommer Månen og Jorda hverandre i hver perigeumssyklus, og er det noen forklarbar variasjon i denne minimumsavstanden? Hva er perigeumssyklusens lengde målt i tid? Finnes det noen sammenhenger når vi ser på den i forhold til månefase og avstand til solen? "Flere byer i Belgia?" La oss starte med minimumsavstanden for hver syklus.



Figur 12: Geosentrisk minimumsavstand for hver perigeumssyklus over tid. Kurven har noen "hissigere" områder hvor minimumsavstanden for to eller flere påfølgende perigeumssykluser varierer sterkt. Figur 13 viser om det er sammenheng her.

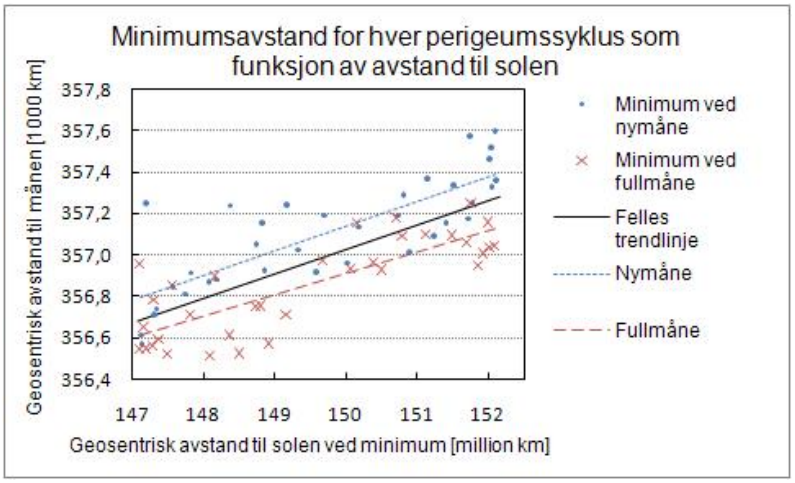


Figur 13: Som antydet i forrige figur ser det her ut til at det er en tendens til at en perigeumssyklus med lav minimumsavstand etterfølges av en syklus med høyere minimumsavstand og motsatt. Jeg har her skilt mellom de minima som inntreffer ved nymåne og fullmåne. I diagrammet ser det ut til at det er en tendens til at minimum ved fullmåne medfører en lavere minimumsavstand enn ved nymåne. Formelen på trendlinjen er $y=0,7682x + 631,22$. R^2-verdi er 0,6129.



Figur 14: Her er alle minima i perigeumssyklusen gruppert etter om minimum inntraff ved fullmåne eller nymåne. Deretter er de sortert etter minimumsavstand for å se om det er en tendens til at minimum ved fullmåne fører til en lavere minimumsavstand enn for minimum ved nymåne. På y-aksen har vi andel av minima med minimumsavstand mindre enn eller lik den avstanden man kan lese av på x-aksen. Diagrammet viser at tendensen som ble antydet i figur 13 er riktig. Det er slik at når minimumsavstand i en perigeumssyklus sammenfaller med fullmåne så er sjansen for lavere avstand til Månen vesentlig større.

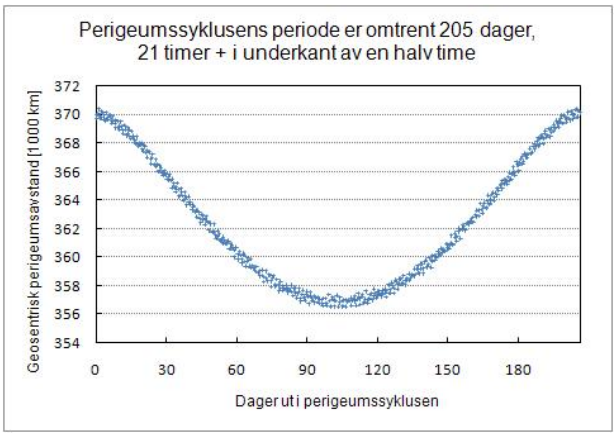
Hvorfor er det slik da? Kan det være den tredje parten som kommer inn og forstyrrer forholdet mellom mor og barn? Er det noe med retningen Sola trekker Månen i under fullmåne og nymåne? Newtons gravitasjonslov sier jo at gravitasjonskraften mellom to legemer er større jo nærmere hverandre de er. La oss da se om det er noen forskjell i perigeumssyklusens minimumsavstand som funksjon av avstand til Sola, og samtidig ser vi om det også her er noen forskjell mellom minimum ved nymåne og fullmåne.



Figur 15: Minimumsavstand for hver perigeumssyklus som funksjon av geosentrisk avstand til solen. Trendlinjen antyder sterkt at det er en sammenheng mellom avstand til Sola og minimumsavstand for perigeumssyklusen. Det som er enda mer overraskende er at punktene for minimum ved nymåne stort sett legger seg over eller tett under trendlinjen for alle punktene. Punktene for fullmåne legger seg enten under eller rett over den samme trendlinjen. Dette kan ha noe å gjøre med at Sola og Jorda ved fullmåne drar Månen i samme retning. Sett fra Månen vil jo da Jorda og Sola stå på samme side. Ved nymåne vil Jorda stå på den ene siden av Månen og Sola på den andre, og gravitasjonskreftene fra de to vil virke hver sin veg.
Trendlinjeformel for felles trendlinje: $y = 0{,}1181x + 339{,}31.\ R^2 = 0{,}5679$
Trendlinjeformel for nymåne: $y = 0{,}1193x + 339{,}24.\ R^2 = 0{,}6471$
Trendlinjeformel for fullmåne: $y = 0{,}1015x + 341{,}68.\ R^2 = 0{,}6472$

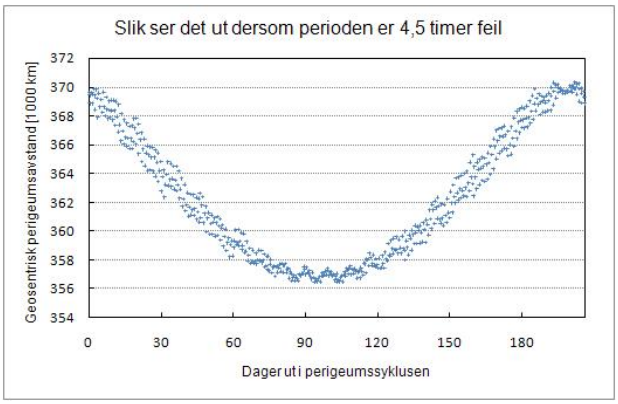
Ja vel, da har vi oppdaget at avstand til Sola har en innvirkning på hvor nært Månen kommer oss i løpet av en perigeumssyklus. Det vil i praksis si at vi når vi har vinter her i Norge vil vi ha større sjanse for å oppleve et nært perigeum enn vi har sommerstid. Denne påstanden har selvfølgelig sammenheng med at Jorda er nærmest Sola (perihel) omtrentlig 4. januar hvert år og fjernest fra Sola (aphel) omtrentlig 4. juli.

Tidligere har vi sett på tiden det tar fra et perigeum til det neste. Hvor lang er så perigeumssyklusen?
Av figur 1 ser vi at perigeumsavstandene over tid danner et sinuskurveformet mønster, og fra nærmeste minimum i en syklus til neste minimum går det enten rett i overkant av 192 døgn eller omtrent 221 døgn, i snitt 206,08 døgn. Alle disse minima kommer enten ved fullmåne eller ved nymåne, og ikke nok med det, de kommer alternerende ved fullmåne og nymåne. I Corona nr. 2/2001 har Birger Andresen skrevet en artikkel om en metode for bestemmelse av perioden for stjernen Algol. Den kan vi bruke for å bestemme perioden for perigeumssyklusen.



Figur 16: Geosentrisk avstand til Månen ved perigeum som funksjon av tid i perigeumssyklusen. I og med at perioden er såpass lang som nesten 206 dager er det vanskelig å bestemme perioden nøyaktigere ved hjelp av visuell bedømmelse. Da diagrammet ble laget var det tydelig at ved periodevalg mindre enn 205 dager og 21 timer og større enn 205 dager og 22 timer blir det tydelige forstyrrelser i diagrammet. Rundt 21 timer og 30 minutter er det ikke særlige forstyrrelser, og kurven er relativt ren og fin.
En av årsakene til at det i dette tilfellet var vanskelig å få det mer presist enn dette er at diagrammet er basert på månens posisjon hver halve time. Det er dog forsøkt med de eksakte tidspunktene, uten at det ble mer nøyaktig med det.

Ja vel igjen, da vet vi at perigeumssyklusens periode er omtrent 205 dager + mellom 21 og 22 timer et sted. For den nysgjerrige som har gjort slike periodeberegninger tidligere: slik ser diagrammet ut dersom vi velger en større periode.



Figur 17: Geosentrisk avstand til Månen ved perigeum som funksjon av tid i perigeumssyklusen dersom valgt periode er 4,5 timer større enn i figur 16, dette utgjør 0,1 % av perioden, altså 1 promille.

Sirkumpolar måne

Et himmelobjekt er sirkumpolart sett fra et punkt på den nordlige halvkule dersom det ikke går ned under horisonten når det står i nord. Jordas rotasjonsakse heller 23,5° i forhold til en linje vinkelrett ned på planet som defineres av Jordas bane rundt Sola. Sett fra Jorda vil derfor Sola opptre som sirkumpolar i deler av året helt ned til polarsirklene som går ved 90° – 23,5° = 66,5° nordlig/sørlig bredde. Dette fenomenet er selvfølgelig det vi kjenner best som midnattssol. Sett i forhold til stjernene følger Månen nesten samme bane som Sola, men bare nesten. Vinkelavstanden mellom Solas og Månens baner kan bli opp mot 5,17°. Det vil si at vi på den nordlige halvkule kan oppleve Månen som sirkumpolar helt ned til 90° - 23,5° - 5,17° = 61,33° nordlig bredde. Det er omtrentlig så langt sør som 2,5 mil nord for Lillehammer. I praksis er det enda lenger nord da dette regnestykket gjelder dersom man har helt fri horisont. Trondheim ligger på 63,4° nord og der er Månen sirkumpolar 1-3 døgn for hvert omløp. I Tromsø kan den være sirkumpolar i opp til 7 døgn av gangen.

12. desember 2008

På denne dagen hadde vi altså perigeum, minste perigeumsavstand i den pågående perigeumssyklusen, fullmåne, det var kun litt over 3 uker til Jorda og Sola var nærmest hverandre og Månen var sirkumpolar sett fra Trondheim. På veg til jobb den morgenen fikk min kone og jeg se et sjeldent fint skue. Vi stoppet opp, tok fram kameraet vi hadde med etter Luciafeiring tidligere på morgenen og tok dette bildet.

Bildet er tatt i krysset mellom Hans Finnes gate og Skyåsvegen i Trondheim omtrent kl. 09 om morgenen den 12. desember 2008, litt over 12 timer før perigeum. Vi ser i retning nordvest mot Fosenalpene på den andre siden av Trondheimsfjorden.

Dette bildet var også utgangspunkt for denne artikkelen.
Foto: Arne Bjerge

Kilde: Alle diagrammer er laget av Arne Bjerge og er basert på datauttrekk fra Skymap Pro's efemeride. Alle avstander nevnt er hentet fra samme dataprogram.

Se forøvrig:
http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-1094097/Over-moon-The-lunar-spectacle-bigger-brighter-missed-it.html

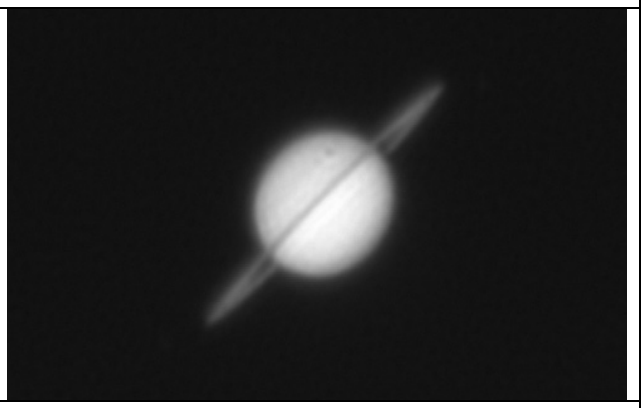
Blinkskudd

Tegning av Per-Jonny Bremseth som viser komet C/1969Y1 Bennett slik den så ut gjennom 10 x 50 prismekikkert 9. april 1970. Kometen hadde lysstyrke 3.0 mag. og halen strakk seg over 6 grader.

Eskimotåken, også kalt klovnetåken, ligger ca 3000lysår unna i stjernebildet Gemini (Tvillingene). Navnet kommer av at den indre gasskulen ligner et menneskeansikt mens den ytre ligner pelskragen til en eskimo. Sentralstjernen (som utgjør eskimoens nese) har lignet vår egen sol, men har kommet lenger i sitt livsløp og kastet av seg gass.

Den reelle diameteren er ca 0,7 lysår. Sett fra jorden er diameteren ca 50 buesekunder. Dette tilsvarer Jupiters vinkeldiameter når den står gunstig til. Lysstyrken er mag 10.1, så den kan observeres i nesten alle teleskop. I middels store teleskop ser den ut som rundt tåkedott med en stjerne i midten.

Bildet er tatt med Celestron 14, SBIG kamera og smalbåndsfilter. Det er brukt korte eksponeringer, fra 10 sekunder og nedover.



Saturn

Saturns ringer har begynt å åpne seg etter at de kunne sees nesten rett fra kanten i desember 2008. 4 september i år vil de sees rett fra kanten (dvs ringene vil ikke kunne sees...). Bildet er tatt av Birger Andresen og Erlend Langsrud 21. april 2009 med C14, DSI II og 2x barlow. Seeingen var veldig bra, men det skyet over rett etter at vi var ferdig rigget opp, og vi fikk liten tid til finjustering. 18 eksponeringer på 1/50 sek er stacket.

Planck og Herschel på vei mot målet

Av Birger Andresen

Den 14. mai i år ble de to satellittene Planck og Herschel tatt ut i verdensrommet med en Ariane rakett (se også nyheter under). De er nå på en seks måneders reise til Lagrange punkt nr. 2 (L2) hvor de skal begynne å observere universet henholdsvis i mikrobølgeområdet og i fjern-infrarødt område. Forventningene til de to satellittene er skyhøye.

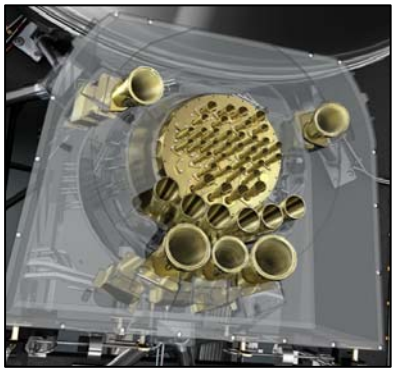
Planck og Herschel er bygget og kontrolleres av den europeiske romfartsorganisasjonen ESA. De er oppkalt etter den kjente fysikeren Max Planck (1858-1947), kjent som opphavmann til kvanteteorien, og den kjente astronomen William Herschel (1738-1822) som blant annet oppdaget infrarød stråling (varmestråling). Oppgaven til Planck satellitten er å måle den kosmiske bakgrunnstrålingen i mikrobølgeområdet med en presisjon som gjør det mulig å forstå bedre hva som skjedde i Big Bang, samt da vårt univers ble gjennomsiktig for stråling ca. 380 000 år etter Big Bang. Oppgaven til Herschel er blant annet å studere stjernedannelse både i vårt nabolag og i fjerne galakser for lenge, lenge siden. Forventet levetid for Planck er estimert til ca. 15 måneder, mens Herschel skal fungerer i minst 3 1/2 år, kanskje 4-5 år.

Lagrangepunkt L1 og L2

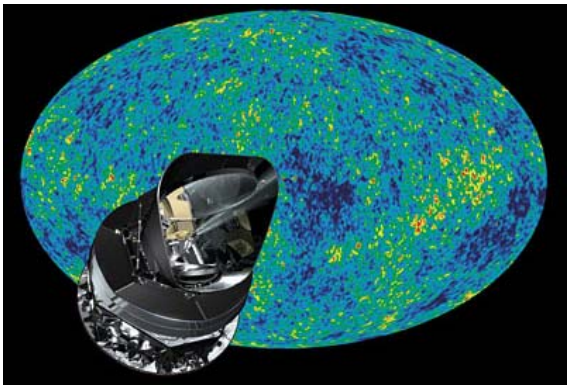
Lagrangepunkt L2 er et punkt som er nyttig for utplasseringer av satellitter som skal skjermes fra Solens stråling. Dette punktet ligger utenfor Jorden slik at Jordens gravitasjonsvirkning vil øke satellittens hastighet slik at satellitten vil få nøyaktig samme omløpstid som Jorden. Tilsvarende finnes et punkt mellom Jorden og Solen, L1, hvor gravitasjonen fra Jorden senker satellittens omløpstid så mye at dens omløpstid blir lik Jordens (ett år). L2 er ca. 1.5 millioner km fra Jorda.

Planck

Planck satellitten veier 1.8 tonn og har instrumenter som kan måle stråling ved ni frekvenser fra 30 til 857 GHz (tilsvarende bølgelengder på ca. 1 cm og ned til ca. 0,35 mm). Dette er et mye bredere frekvensområde enn tidligere satellitter som har målt den kosmiske bakgrunnstrålingen, med NASAs Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) fra 2001 i spissen. Instrumentene til Planck forventes å kunne detektere signaler som er 10 ganger svakere enn WMAP, og vinkeloppløsningen er tre ganger større enn for WMAP. Kombinert med mye større frekvensområde vil dette revolusjonere vår kunnskap om den kosmiske bakgrunnstrålingen i mikrobølgeområdet som kosmologer mener holder på hemmeligheten om hva som skjedde i Big Bang og i det tidlige univers.



Sensorene til Planck satellitten er plassert bak "hornene" på bildet til høyre, og skal kjøles ned til utrolige 0,1 Kelvin for å kunne måle med den ønskede nøyaktigheten.



Strålingen samles opp av et elliptisk skjevstilt primærspeil på 1,5 x 1,9 meter som effektivt utgjør et sirkulært speil med diameter 1,5 meter. Strålingen ledes inn i sensorene via et mindre sekundærspeil. Ved arbeidstemperaturen på 0,1 Kelvin vil detektorene registrere temperaturforskjeller på ned til 2-3 milliontedels grader.

Planck satellitten foran et diagram over variasjoner i temperaturen til den kosmiske bakgrunnstrålingen laget på bakgrunn av tidligere målinger.

Inflasjonsperioden - Den utrolige utvidelsen

Planck skal forsøke å måle polarisasjonen til bakgrunnstrålingen. Dette er målinger som kanskje kan fortelle oss hva som skjedde under den såkalte inflasjonsperioden i universets første 10^{-32} sekunder etter Big Bang. Kosmologene mener at universet i denne perioden økte sin størrelse med en faktor 10^{26}. Dette tilsvarer grovt sett forskjellen i størrelsen av en bakterie og en galakse. Ulike inflasjonsteorier gir ulikt polarisasjonsmønster i bakgrunnstrålingen, og man håper at Planck er i stand til å måle disse nøyaktig nok til at man kan evaluere de ulike teoriene.

Kosmisk bakgrunnstråling og kosmologi

Den kosmiske bakgrunnstrålingen er et "ekko" fra det tidspunktet universet ble kaldt nok etter Big Bang til at elektroner og protoner (hydrogenkjerner) kunne kombinere til hydrogenatomer. Kosmologene mener dette skjedde ca. 380 000 år etter Big Bang. Før dette var universet en tett grøt av elementærpartikler og energi hvor ikke engang stråling kunne bevege seg fritt. Men når universet hadde blitt stort nok og kaldt nok til at protonene kunne "holde på" elektronene, så ble universet gjennomsiktig slik at stråling kunne bevege seg over lange avstander.

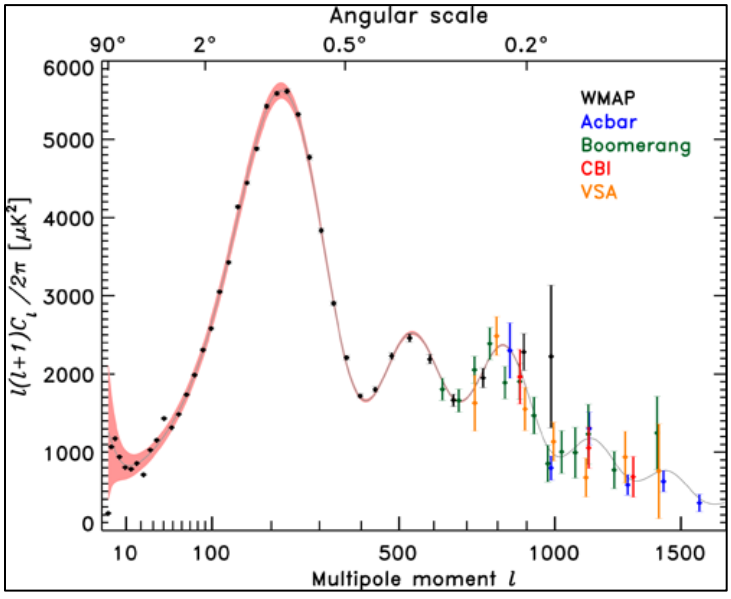
Den kosmiske bakgrunnstrålingen, som vi nå observerer som en nesten uniform stråling i mikrobølgeområdet fra alle retninger i universet, er nettopp den strålingen som "slapp løs" akkurat idet universet klarnet opp. Den gang var strålingen varm og intens, men siden universet har utvidet seg med en faktor på ca. 1090 siden da, er den nå rødforskjøvet til mikrobølgeområdet hvor vi ser den som en stråling med frekvensfordeling tilsvarende et objekt med temperatur 2,725 Kelvin (ca. -270 °C).

Bakgrunnstrålingen er nesten perfekt uniform og jevn, men ikke helt. Når man plotter temperaturen i ulike himmelretninger med en nøyaktighet på noen få hundretusendeler, fremkommer et mønster av større og mindre "flekker" som er litt varmere og litt kaldere. Flekkene dukker opp på alle størrelsesskaler. Statistiske analyser av styrken til disse flekkene på hver skala, forteller svært mye om hva som skjedde i det tidlige universet.

Det virker som om det tidlige universet var svært enkelt; et fantastisk tett energifelt uten noen struktur bortsett fra mikroskopiske, tilfeldige kvantefluktuasjoner som finnes i alle ting. Kosmologene tror at det i dette ur-universet for 13,7 milliarder år siden, før det var brøkdelen av et sekund gammelt, skjedde en enorm utvidelse kalt inflasjon. De mener videre at de ørsmå kvantefluktuasjonene som fantes akkurat da inflasjonen skjedde, også ble forstørret med en faktor 10^{26} sammen med rommet som utvidet seg. I sin forstørrede form ble kvantefluktuasjonene basis for alle storskala strukturer vi ser i universet i dag; galakser og galaksehoper. Det er denne informasjonen i den kosmiske bakgrunnstrålingen som Planck skal avsløre med sine fantastisk nøyaktige instrumenter.

Energispekteret

Det såkalte energispekteret til den kosmiske bakgrunnstrålingen er et meget viktig diagram. Her er den gjennomsnittlige styrken i uregelmessighetene i bakgrunnstrålingen på ulike skalaer plottet som funksjon av skalastørrelsen.



Energispekteret til den komiske bakgrunnstrålingen målt med WMAP og andre instrumenter. WMAP har bestemt de første to toppene ved ca. 0,4 og 1.0° med god presisjon, mens toppene ved mindre skala (til høyre i diagrammet) ikke blir nøyaktig bestemt før Planck har gjort jobben sin.

Toppene i diagrammet er signaturen til kosmiske trykkbølger som beveget seg gjennom det tette, unge universet som gigantiske lydbølger (akustiske bølger). På den tiden var lydhastigheten fremdeles nær lysets hastighet.

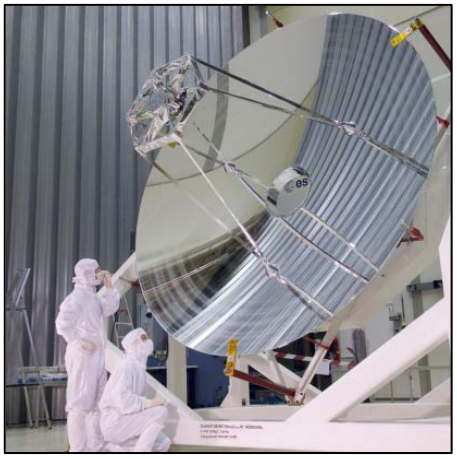
Den største toppen i energispekteret er ved ca. 1º. Denne toppen representerer den sterkeste variasjonen på alle skalaer og indikerer den foretrukne bølgelengden for de tidlige akustiske lydbølgende. Den fastsetter universets alder direkte til 13,73 ± 0,1 milliarder år.

Inflasjonen

Kosmologene mener at kvantefluktuasjonene fra tidspunktet til inflasjonen også er kodet inn i energispekterets ulike topper. Til og med sammensetningen til universet i form av vanlig baryonisk materie og den mystiske ikke-baryonske mørke materien skal kunne utledes fra den relative høyden til de ulike toppene i energispekteret. Forventningene er derfor enorme til Planck-målingene siden man håper å avgjøre en gang for alle, uten noen som helst tvil, at inflasjon faktisk drev Big Bang, og ikke minst å avgjøre hvilken av flere varianter av inflasjonsteori som er den riktige - hvis noen i det hele tatt er korrekte. Men det er også mulig at Planck viser oss at inflasjon ikke fant sted.

Herschels monsterspeil

Det berømte Hubble-teleskopet, som har revolusjonert vårt syn på universet, har et speil med diameter 2.4 meter. Dette er småtteri mot 3,3 tonn tunge Herschel Romteleskop som har et speil på 3,5 meter i diameter. Mens Hubble har observert i synlig lys, skal Herschel åpne opp universet i det fjerninfrarøde bølgelengdeområdet fra 55 til 670 mikron. Det største nåværende infra-røde romteleskopet er Spitzer med speil på 0,85 meter og bølgelengdeområde 3-180 micron. De lengste bølgelengdene til Herschel er i stor grad ikke utforsket tidligere. Astronomene ser frem til å få høyoppløselige data for svært svake og veldig kalde objekter. Man vil for første gang være i stand til å observere svært unge stjerner og deres forstadier gjennom deres tette kokonger av støv og gass.



Herschel er utstyrt med et 3.5m f/0,5 speil.

Et forskningsprosjekt er å finne ut hvorfor massefordelingen for stjerner innenfor en gitt gassansamling blir som den blir. Alle steder i vår galakser finner vi noen få svært massive stjerner blant mange lettere stjerner. Hvorfor er det slik? Hva hindrer massive stjerner i å dannes like lett som lettere stjerner? Astronomer mistenker at dette bestemmes allerede i gass-skyene før stjernedannelse starter, og håper at Herschel kan gi dem svaret. Man tror nemlig at man med Herschel kan detektere gass-klumper på helt ned til 1/10 av Solas masse. I så fall kan man sjekke om slike gassansamlinger har samme størrelsesfordeling som man ser ellers i åpner hoper ellers i universet.

Man har også forventninger om at Herschel skal kunne observere stjernedannelsesområder i svært fjerne galakser. Og fjerne galakser med høy rødforskyvning bærer jo med seg informasjon fra like langt tilbake i tid som de er langt unna oss i lysår. Så kanskje kan vi få oss noen overraskelser om at stjernedannelse kanskje skjedde på en litt annen måte tidligere i universet når gassen var mindre anriket på tyngre grunnstoffer fra supernovaeksplosjoner enn det er i vårt nabolag nå.

I det hele tatt forventer man seg mange overraskelser fra Herschel siden det ikke er gjort mange observasjoner av høy kvalitet i deler av det frekvensområdet som Herschel dekker.

Vi som er nysgjerrige på universets opprinnelse, stjernedannelse og mye mer går uansett noen særdeles spennende år i møte.

Litt om himmelkoordinater:

Altasimut
Vinkelavstand fra nordligste punkt langs horisonten østover til det punkt langs horisonten som objektet står loddrett over.

Altitude (vinkelhøyde)
Vinkelavstand mellom et objekt på himmelen og horisonten. Altitudeverdiene varierer fra 0 grader ved horisonten til 90 grader for et objekt som befinner seg rett over oss (senit). Altitude og asimut er koordinatene i horisont-koordinatsystemet.

Rektasensjon (RA)
Vinkelavstand parallell på himmelekvator, dvs. lengdegrader på himmelen. Regnes i timer, minutter og sekunder. Nullpunket er vårjevndøgnpunktet (der Solen krysser ekvator på vei nordover hvert år) og oppgis langs ekvator i retning fra vest mot øst. (mot urviseren) Tilsvarende "breddegrader" på himmelen betegnes deklinasjon.

Deklinasjon (DEC)
En av koordinatene for himmelobjekter, forkortet til DEC. Deklinasjonen angis vanligvis i grader, minutter og sekunder. I dette systemet befinner det nordlige polpunktet seg på +90°, himmelekvator på 0° og himmelens sørpol -90°. Jordas rotasjonsakse peker mot polpunktene.

Nyheter

ESAs romobservatorier Herschel og Planck på plass i rommet

Kilde: Norsk Romsenters hjemmesider

14. mai skjøt ESA opp de mest kompliserte og avanserte instrumentene Europa noen gang har sendt ut i rommet. (se for øvrig mer utdypende artikkel foran i bladet).

14. mai ble romobservatoriene **Herschel** og **Planck** skutt opp med en Ariane 5-rakett ved ESAs oppskytingsbase i Kourou i Fransk Guyana. Dagen markerte slutten på en lang bygge- og utviklingsprosess, men begynnelsen på flere år med intens forskning på de unike dataene som Herschel og Planck skal fange opp.

Instituttleder Per Barth Lilje ved Institutt for teoretisk astrofysikk ved Universitetet i Oslo var tilstede under oppskytingen og kunne over telefon fortelle at han er utrolig lettet over at det gikk fint. ”Vi var veldig spente og jubelen sto i taket når vi så at dette gikk bra. Om tre måneder begynner datatolkningen. Da skal vi i Oslo virkelig kose oss,” sier han.

Planck vil bli det første europeiske romobservatoriet som skal undersøke mikrobølgene som er igjen i universet fra the Big Bang og tiden like etter, da kosmos ble til. Mikrobølgene fra den gang er naturlig

nok svært svake, men danner en bakgrunnsstråling over hele universet. Det kalles for den kosmiske mikrobølgebakgrunnen. Den kan gi informasjon om mange grunnleggende egenskaper ved universet. Fartøyet skal måle små forandringer i den kosmiske bakgrunnstrålingen med en nøyaktighet ingen andre instrumenter kan vise til.

"Planck observerer skapelsens fingeravtrykk med en nøyaktighet som langt overgår tidligere målinger. Forskere håper å få ny innsikt i spørsmålene om universets struktur med mørk materie og mørk energi," sier Bo N. Andersen, administrerende direktør ved Norsk Romsenter.

Planck vil gi oss de skarpeste bildene noensinne av universet da det var veldig ungt, spede 380 000 år, og bidra til nye teorier om universets begynnelse og utvikling. Det store smellet skjedde for i underkant av 14 milliarder år siden. Fra å være en stor ildkule har universet siden kjølnet og duver i en sjø av mikrobølger. Planck vil måle temperaturvariasjonene på tvers av denne mikrobølgebakgrunnen med en mye bedre følsomhet, vinkeloppløsing og frekvensbredde enn andre satellitter.

Institutt for teoretisk astrofysikk ved Universitetet i Oslo har vært tungt med i utviklingen av Planck siden 1998. Instituttet har deltatt i utviklingen av satellittens lavfrekvensinstrument og vil være blant en liten gruppe av forskere som får eksklusiv adgang til data de to første årene. Ti personer på instituttet vil jobbe med forskning på Planck-data. Tre av dem er faste vitenskapelige ansatte og resten er enten postdoktorander eller doktorgradsstudenter.

Planck vil derfor bety mye for norsk forskning de nærmeste årene. Det er mange spørsmål som forskerne ønsker å finne svar på. Dagens teorier kan bli avkreftet eller bekreftet. Instituttleder Per Barth Lilje har store forventninger: " Planck vil gi en enestående mulighet til å studere den tidligste fasen av universet, det vi kaller inflasjonsfasen. Vi kan finne store hull i vår totale forståelse av kosmologien."

Fartøyet er blant annet lastet med et kraftig teleskop og to instrumenter - en detektor for høyfrekvente mikrobølger og en for lavfrekvente mikrobølger. Teleskopet har et hovedspeil som er 1,5 meter i diameter. Den innkommende mikrobølgestrålingen vil reflekteres fra hovedspeilet ned på et primærspeil og så inn på detektorene. Et sofistikert frysesystem holder detektorene på en temperatur som er nær det absolutte frysepunktet.

Planck skal skanne universet i halvannet år. Forskerne på Universitetet i Oslo skal så jobbe med dataene i to år før de legges ut offentlig og forskningsresultater publiseres. "Det vil nok være forskere som vil kaste seg over dataene da. Jeg regner med at forskningen vil fortsette i mange år etter 2013," sier Lilje.

Romobservatoriet **Herschel** inneholder det kraftigste infrarøde teleskopet som noen gang har vært i rommet. " Herschel vil ha det største astronomiske speilet i verdensrommet, med et areal dobbelt så stort som Hubbles. Dette observatoriet vil gi helt ny innsikt i de kalde delene av universet, fra støv til stjerne- og planetdannelser og videre til stjerners død," forteller Andersen.

Observatoriet vil fange opp fenomener som ingen andre har sett før, på et unikt detaljnivå, og astronomer kan dermed se dypt inn i stjerneskapende regioner, galaktiske sentre og solsystemer. Kaldere objekter, som ørsmå stjerner, molekylskyer og galakser dekket av støv er synlige via infrarødt. Det kan til og med oppdage støvet.

Herschel-teleskopets speil er 3,5 meter i diameter, fire ganger større enn noen andre infrarøde teleskoper og det vil samle nesten 20 ganger mer lys. Fartøyet inneholder også tre avanserte forskningsinstrumenter: To kameraer og et spektrometer med meget høy oppløsning. Også Herschels detektorer fryses ned til en temperatur nær det absolutte nullpunktet.

Herschels kjølekammer har en sort og en blank side og inneholder 2370 liter med flytende helium som skal hjelpe til med nedkjølingen av satellitten. I bane vil den sorte siden ikke motta sollys og fungere som en radiator. Den blanke siden rettes mot sola og reflektere varme.

Arbeidsstedet for både Planck og Herschel er Lagrange-punkt 2, rundt 1,5 millioner kilometer borte fra jorda. Der kan romteleskopene sveve fritt, uten å bli trukket mot jorda, månen eller andre himmelobjekter. I tillegg er de langt borte fra jordas skygge og forstyrrende stråling.

Ifølge Bo Andersen er Herschel og Planck sammen det absolutt største prosjektet vitenskapsprogrammet i ESA har utviklet. "For ESA er kostnadene om lag 10 milliarder kroner og i tillegg kommer kostnadene som landene har hatt ved å bygge instrumentene. Jeg var leder av vitenskapsstyret i ESA da de vanskelige beslutningene om gjennomføring ble tatt. Det var en hard kamp for å få det til, men jeg er overbevist om at alle nå ser at det var et riktig valg," sier han.

Norske bedrifter har vært med på utviklingen og byggingen av begge fartøyene. *Kongsberg Defence & Aerospace* laget kompositttsubstratene til solcellepanelene. *Kongsberg Spacetec* utviklet test- og support-utstyr til ett av instrumentene på Planck. De var her underleverandør til Universitetet i Oslo.

CMR Prototech i Bergen bygget og testet simuleringsenheter for både Herschel og Planck, for bakketesting av delene i satellittene som skal skytes opp. Denne kontrakten var ikke ulik jobben Prototech nå gjør for Gaia-satellitten.

"Med disse to prosjektene demonstrerer Europa at vi er helt i verdenstoppen både teknologisk og vitenskapelig. Norge skal være stolt av at vi har både ingeniører og forskere som har bidratt, og kommer til å ha viktige roller framover," fastslår Andersen.

Observatoriene er oppkalte etter astronomen William Herschel og fysikeren Max Planck.

William Herschel oppdaget i 1800 infrarød stråling mens han studerte solen. Han oppdaget også planeten Uranus, den syvende planeten i vårt solsystem. William fikk også god hjelp av sin søster Caroline i sine studier.

Den tyske fysikeren Max Planck fikk nobelprisen for sitt arbeid på stråling i 1918. Han regnes som grunnleggeren av kvanteteorien og en av de viktigste fysikerne på 1900-tallet.

Eivind Wahl

Om tid og rom i fysikken – del 2: Hvordan relativitetsteorien ble til

Av Jan Myrheim

Dette er den andre artikkelen i en serie om Einsteins relativitetsteorier. I denne artikkelen ser vi nærmere på utviklingen av himmelmekanikken, dvs. planetbanene og tyngdekraften. Vi skal også se på lysets natur og hvordan lyshastigheten ble bestemt. Til slutt kommer vi inn på tidrommet og Albert Einsteins relativitetsteorier.

Planetene: fra Kepler til Newton

Johannes Kepler

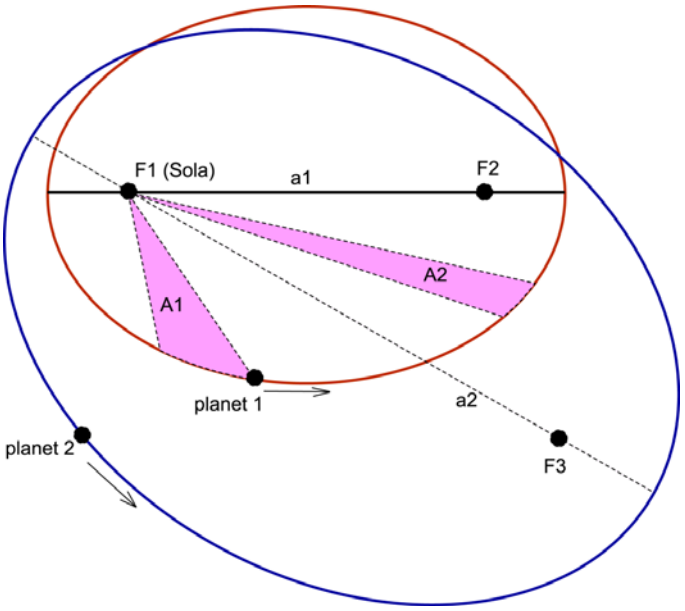
I boken "The Sleepwalkers" ("Søvngjengerne") gir Arthur Koestler en fascinerende framstilling av forhistorien til det moderne verdensbildet. Der skriver han om et "vannskille" mellom middelaldervitenskapen, på den ene siden, og den moderne vitenskapen, på den andre siden.

Johannes Kepler (1571–1630) markerte vannskillet, og sto så å si med en fot på hver side. Han fant lovene for hvordan planetene beveger seg rundt Sola, og han lyktes med det ikke minst takket være de nøyaktige observasjonene til den danske astronomen Tycho Brahe (1546–1601). Men han måtte streve i mange år, først og fremst med "å legge Mars i lenker", altså beskrive banen til Mars.

Selve vannskillet, i følge Koestler, inntraff da Kepler trodde han hadde løst problemet, og for å kontrollere at løsningen stemte, brukte han to observasjoner av posisjonen til Mars på himmelen til å beregne hva en tredje observasjon burde være. Den beregnede posisjonen avvek fra den virkelig observerte med 8 bueminutter, som er en fjerdedel av diameteren til måneskiven på himmelen. Temmelig bra overensstemmelse, må en kunne si, men Kepler var overbevist om at Tycho Brahes observasjoner var mer nøyaktige enn det, selv om Tycho observerte med bare øyet, fordi kikkerten ikke var oppfunnet. På grunn av de 8 bueminuttene forkastet Kepler hele teorien som han var så stolt av.

Denne tankegangen, at en teori skal stemme med observasjonene helt og holdent, og ikke bare omtrentlig, om aldri så nøyaktig, var ny i verdenshistorien. Dermed var den moderne vitenskapen født. Det første resultatet, og ett av de største i vitenskapen, var Keplers tre lover for planetbevegelsene. De lyder som følger (Figur 1):

1. Hver planet beveger seg i et plan, langs en bane som er en ellipse med Sola i det ene brennpunktet.
2. Planeten beveger seg langs ellipsen slik at det arealet som sveipes ut av en tenkt rett linje fra Sola til planeten, øker proporsjonalt med tiden. Med andre ord: i to like lange tidsintervall sveiper denne linjen ut to like store areal.
3. Kvadratet av omløpstiden til en planet er proporsjonalt med tredje potens av middelavstanden mellom Sola og planeten, definert som halvparten av summen av den største og den minste avstanden. Middelavstanden er det samme som den store halvaksen i ellipsen.



Figur 1: Illustrasjon av Keplers lover med to planetbaner. (1) Banene er ellipser med brennpunkter F1 og F2 for den første planeten og F1 og F3 for den andre. (2) De skyggelagte segmentene A1 and A2 har samme areal og tiden for planet 1 for å dekke segment A1 er den samme som for å dekke segment A2. (3) Omløpstiden for planet 1 og planet 2 har forholdet $a1^{3/2} : a2^{3/2}$.

Keplers 2. lov kaller vi i dag for "loven om bevaring av dreieimpuls", og den er en konsekvens av at kraften mellom Sola og planeten har retning langs linjen mellom dem.

Keplers 3. lov er et presist uttrykk for at planetene beveger seg med mindre hastighet jo lenger vekk fra Sola de går i bane. Slik må det være, fordi tyngdekraften fra Sola, som holder planetene på plass i deres baner, avtar når avstanden til Sola øker. Newtons gravitasjonslov uttrykker sammenhengen presist: kraften er omvendt proporsjonal med kvadratet av avstanden. Hvis avstanden fordobles, f.eks., reduseres kraften til en fjerdedel.

Som eksempel på Keplers 3. lov kan vi ta Jorda og Jupiter. Middelavstanden mellom Jorda og Sola kalles den astronomiske enheten (AE), den er 149,6 millioner kilometer. Middelavstanden mellom Jupiter og Sola er 5,202 803 AE, og tredje potens av dette tallet er

$5{,}202\ 803^3 = 5{,}202\ 803 \times 5{,}202\ 803 \times 5{,}202\ 803 = 140{,}836$

Sett i forhold til fiksstjernene går Jorda en gang rundt Sola i løpet av 1,000 039 år. Dette såkalte sideriske året er litt lenger enn kalenderåret, det tropiske året, som har med årstidene å gjøre, fordi jordaksen hele tiden forandrer retning aldri så lite (den preseserer). Sett i forhold til fiksstjernene går Jupiter en gang rundt Sola i løpet av 11, 86 177 sideriske år (som er det samme som 11,86 177 × 1,000 039 = 11,86 223 tropiske år). Kvadratet av dette tallet er

$11{,}86\ 177^2 = 11{,}86\ 177 \times 11{,}86\ 177 = 140{,}702$

Vi ser at kvadratet av omløpstiden, 140, 702, er ca. 0,1 % mindre enn tredjepotensen av middelavstanden, 140, 836. Keplers 3. lov stemmer altså ikke fullkomment slik Kepler formulerte den. Men avviket på 0,1% har en kjent forklaring, nemlig den at Jupiter har en masse som er 0,1 % av massen til Sola, mens Jorda derimot har forsvinnende liten masse i forhold til Sola.

En mer nøyaktig formulering av Keplers tredje lov lyder slik:

3. Kvadratet av omløpstiden til en planet er proporsjonalt med tredje potens av middelavstanden mellom Sola og planeten, dividert med summen av massene til Sola og planeten.

Keplers første lov må forresten også modifiseres tilsvarende. Det er strengt tatt ikke Sola som er i brennpunktet til ellipsen, men tyngdepunktet for Sola og den planeten det gjelder. For de aller fleste praktiske formål er denne presiseringen rent flisespikkeri.

Galileo Galilei

Galileo Galilei (1564–1642) la grunnlaget for mekanikken som vitenskap, slik at det ble mulig å forstå Keplers lover som resultatet av bevegelseslover som gjelder også her i våre jordiske laboratorier. Han eksperimenterte og ryddet opp i gamle vrangforestillinger om bevegelse og krefter, f.eks. den oppfatningen, som gikk tilbake til Aristoteles, at det trengs en kraft for å opprettholde en jevn bevegelse. Galilei hevdet tvert imot at det trengs en kraft, friksjon eller en annen slags kraft, for å stoppe en jevn bevegelse.

Han var den første som formulerte relativitetsprinsippet, nemlig, litt løst sagt, at bevegelse er et relativt begrep. Det har ingen mening å snakke om at noe beveger seg, uten å si at det beveger seg i forhold til noe annet. For å illustrere denne tanken, brukte han et tenkt eksempel med et skip som seiler med jevn hastighet, og et rom uten vinduer ombord i skipet. Han mente at da var det umulig å avgjøre med noe eksperiment inne i dette rommet om skipet beveger seg eller ikke. Enten skipet beveger seg og havet står stille, eller havet beveger seg og skipet står stille, så kommer det ut på ett, spørsmålet om hvilken av de to beskrivelsene som er den korrekte, lar seg rett og slett ikke avgjøre eksperimentelt.

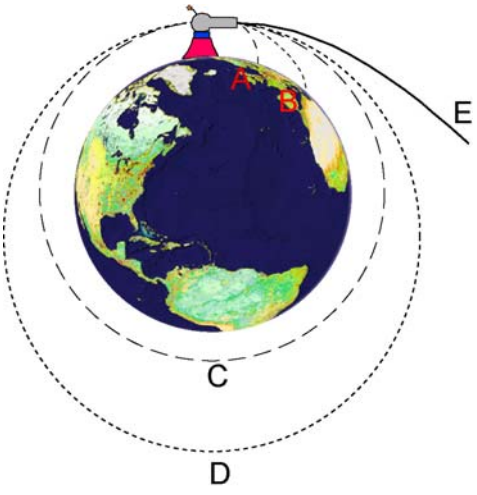
Med dette relativitetsprinsippet tilbakeviste Galilei en viktig innvending mot det kopernikanske verdensbildet, som sier at Jorda beveger seg rundt Sola. Fordi vi selv følger med i bevegelsen, merker vi ikke at Jorda beveger seg, sa han. Vi er ikke i stand til å observere at Jorda beveger seg, i hvert fall ikke uten at vi observerer at den beveger seg i forhold til noe som er utenfor Jorda.

Isaac Newton

Isaac Newton (1642–1727), som ble født det året Galilei døde, grunnla den moderne fysikken. Ikke nok med det, han utviklet en helt ny type matematikk, differensial- og integralregningen, for å kunne formulere bevegelsesligninger og løse dem. Hans tre bevegelseslover, sammen med gravitasjonsloven, er fremdeles moderne fysikk, tre hundre år senere, og Keplers tre lover er direkte konsekvenser av Newtons lover.

Den sentrale bevegelsesloven er Newtons 2. lov som sier at kraft er lik masse ganger akselerasjon. Den måleenheten for kraft som vi bruker, er newton, forkortet N. En kraft på en newton (1N) er pr. definisjon den kraften som trengs for å gi en masse på 1 kg, en akselerasjon på $1 m/s^2$, dvs. en forandring i hastighet på en meter i sekundet i løpet av ett sekund.

Det sies at Newton kom fram til gravitasjonsloven da han så et eple falle, og spurte seg selv om hvorfor ikke Månen faller ned på Jorda, i likhet med eplet. Da innså han at Månen faktisk faller mot Jorda hele tiden, men at den aldri faller ned ganske enkelt fordi den samtidig beveger seg bortover. Holder vi en stein og slipper den, så faller den rett ned, men om vi kaster den horisontalt, beveger den seg et stykke bortover før den når bakken. Hvis vi kunne kaste den med stor nok hastighet, og det ikke fantes luftmotstand, så ville steinen ganske enkelt fortsette helt rundt Jorda. Og nettopp slik er det Månen beveger seg rundt Jorda (se Figur 2).



Figur 2: Dersom en kanon fyres av med liten kraft faller kula ned på Jorda (A og B). Dersom hastigheten er akkurat stor nok vil kula falle med en kurve som følger jordkrumningen og således gå inn i bane rundt Jorda (C). Enda høyere hastigheter og kula vil danne en elliptisk bane rundt Jorda (D). Ved en bestemt hastighet kalt unnslipningshastigheten, vil kula få en uendelig bane, som er parabolsk (E). Enda høyere hastigheter vil gi hyperbolske baner. Både parabolske og hyperbolske baner betyr at kula slipper fri fra Jordas gravitasjonskraft.

Tyngdekraften ved jordoverflaten virker slik at et eple, en stein, eller en hvilken som helst gjenstand, tung eller lett, som faller ned fra en eller ti eller hundre meters høyde, har en helt bestemt akselerasjon inn mot sentrum av Jorda, den såkalte tyngdens akselerasjon. Vel å merke, akselerasjonen er konstant når vi ser bort fra luftmotstanden. Tyngdens akselerasjon betegnes gjerne med bokstaven g, og verdien hvor som helst på jordoverflaten er rundt 9,81 m/s^2, eller nokså nær 10 m/s^2, der enheten altså er meter per sekund i andre potens. Det vil si at i løpet av ett sekund øker hastigheten nedover med 10 meter i sekundet, uavhengig av hvor stor hastigheten er fra før.

Siden Newton kjente både avstanden til Månen, og hvor lang tid den bruker på et omløp, kunne han beregne hvor stor tyngdens akselerasjon er i den avstanden fra Jorda der Månen befinner seg. Avstanden fra sentrum av jordkloden til Månen er omtrent 60 ganger avstanden fra sentrum av jordkloden til et punkt hvor som helst på jordoverflaten, og Newton fant at tyngdens akselerasjon i denne avstanden er omtrent $60 \times 60 = 3600$ ganger mindre enn tyngdens akselerasjon på jordoverflaten. Derfor konkluderte han at tyngdekraften fra Jorda virker hvor langt som helst utover, bare at den blir svakere og svakere jo større avstanden til Jorda blir. Presist sagt er den omvendt proporsjonal med kvadratet av avstanden til sentrum av Jorda.

Newtons gravitasjonslov er en direkte generalisering, som sier at det alltid virker en tiltrekkende kraft, gravitasjonskraften, eller på norsk tyngdekraften, mellom to masser. Denne kraften er proporsjonal med hver av massene, og den er omvendt proporsjonal med kvadratet av avstanden. Den avtar altså ganske raskt når avstanden øker, f.eks. er kraften fire ganger mindre om avstanden blir dobbelt så stor, og hundre ganger mindre om avstanden blir ti ganger så stor. Men kraften avtar ikke raskere enn at den er virksom over avstander på millioner av lysår, etter det vi nå vet.

Newton var tydeligvis ikke fornøyd med sin egen gravitasjonslov, av den grunn at tyngdekraften, i følge denne loven, virker momentant over lang avstand, tilsynelatende uten at den formidles gjennom noe medium eller på noen annen måte. For Newton var denne situasjonen, etter eget utsagn, "en så stor absurditet, at jeg mener at ikke noe menneske som har en kompetent tenkeevne i filosofiske spørsmål, noen gang kan falle i den". Det kan se ut som han hadde en slags forestilling om et gravitasjonsfelt som overfører kraften mellom de to massene, uten at han formulerte noen teori for et slikt felt.

Newton hevdet at ikke all bevegelse er relativ, men at rotasjon har en absolutt betydning. Han gjorde et eksperiment med et spann med vann, hengende i et tau. Vannoverflaten er plan så lenge spannet henger i ro. Men når tauet tvinnes og slippes, settes først spannet og etter hvert vannet i rotasjon, og da blir vannoverflaten buet, med en fordypning i midten. Overført til Galileis skip betyr det at dersom skipet roterer, så vil en kunne konstatere det uten å se ut av vinduet, ved at en for eksempel ser på overflaten av vannet i et spann.

Av dette eksemplet trakk Newton den i og for seg naturlige konklusjonen at både rom og tid er absolutte. Sitat (min oversetting): "Absolutt rom, i sin natur, uten relasjon til noe utenfor seg selv, forblir alltid uforandret og ubevegelig." Og: "Absolutt, sann og matematisk tid, av seg selv, og i følge sin egen natur, flyter jevnt uten relasjon til noe utenfor seg selv."

Lyshastigheten: fra Rømer til Einstein

Ole Rømer

På Newtons tid gikk det kanskje an å forestille seg at en påvirkning over store avstander kan skje momentant, fordi lyset tilsynelatende var et eksempel på at noe kan bre seg ut med uendelig hastighet.

Den danske astronomen Ole Rømer (1640–1710) levde samtidig med Newton, og var den første som innså at lyset beveger seg med en endelig hastighet. Han oppdaget det i 1675 ved at han tok "rundetidene" til de fire månene som Galilei oppdaget, som går i baner rundt Jupiter. Omløpstidene kunne han måle svært nøyaktig ved å notere seg tidspunktet hver gang en måne forsvant bak Jupiter. Etter hvert som han obser-

verte gjennom et halvt år, kom månene mer og mer på etterskudd i forhold til et jevnt "rundeskjema", inntil forsinkelsen kom opp i omkring 12 minutter. Han innså at forklaringen måtte være at avstanden til Jupiter økte etter hvert som Jorda beveget seg rundt Sola, slik at lyset brukte stadig lenger tid mellom Jupiter og Jorda. Han prøvde visstnok ikke selv å beregne lyshastigheten, men den verdien han kunne ha funnet om han hadde beregnet den, var omkring 235 000 km/s, som slett ikke er avskrekkende langt unna den korrekte verdien på nesten nøyaktig 300 000 km/s.

James Bradley (1692–1762) observerte en annen effekt av at lyshastigheten er endelig i 1728. Han prøvde å måle parallaksen til stjernene, dvs. den effekten at retningen til de nærmeste stjernene forandrer seg i løpet av et år, etter hvert som Jorda beveger seg i bane rundt Sola. Han monterte en stjernekikkert i bunnen av skorsteinen på huset, og ville observere retningene til de samme stjernene med et halvt års mellomrom, når Jorda er på diametralt motsatte punkter i banen omkring Sola. I stedet for at han så retningen til noen stjerner forandres, fant han at retningen til alle stjernene i synsfeltet forandret seg med en og samme vinkel. Forskjellen over et halvt år utgjorde 41 buesekunder (41").

Forklaringen er at Jorda beveger seg i bane rundt Sola med en hastighet på 30 kilometer i sekundet, som er en titusendel av lyshastigheten. Når en da ser på lyset fra stjernene i en retning vinkelrett på bevegelsesretningen til Jorda, ser det ut som om lyset kommer mer forfra enn det i virkeligheten gjør. Omtrent som når en løper i regnvær, da vil det se ut som regnet kommer litt forfra, selv om det er vindstille slik at regnet faktisk faller rett ned. Den effekten Bradley oppdaget, kalles aberrasjon av stjernelys, og det tilsynelatende avviket i retning er altså 20,5", halvparten av 41", i den retningen Jorda beveger seg.

Dette var det første direkte beviset for at Jorda beveger seg, eller mer presist sagt: at Jorda beveger seg i forskjellige retninger til forskjellige årstider. Parallaksen til stjernene, som Bradley prøvde å observere, er så liten og vanskelig å observere at den først ble observert i 1838, av Friedrich Bessel.

Et tredje direkte bevis for at Jorda beveger seg, nemlig at den roterer rundt sin egen akse, er Foucault-pendelen. Jean Foucault (1819–1868) demonstrerte ved et eksperiment i Paris i 1851 at svingeplanet til en pendel dreier seg rundt, noe mindre enn en full omdreining, 360^o, i løpet av et døgn. Ved nordpolen eller sørpolen vil planet dreie 360^o rundt i løpet av 24 timer, ved ekvator vil det ikke dreie i det hele tatt, og et sted mellom polene og ekvator, som f.eks. i Paris, vil det dreie helt rundt i løpet av noe mer enn 24 timer, avhengig av breddegraden.

Ernst Mach (1838–1916) mente at oppførselen til Foucault-pendelen, eller til vannoverflaten i Newtons spann, ikke nødvendigvis betyr at rotasjon er mer absolutt enn andre former for bevegelse. Han mente at det må være rotasjonen i forhold til de fjerne fiksstjernene som har betydning. Albert Einstein var mye opptatt av dette såkalte Machs prinsipp, som han ville forklare med sin gravitasjonsteori.

James Clerk Maxwell

James Clerk Maxwell (1831–1879) formulerte ligningene for det elektromagnetiske feltet, i 1867, og hans teori var den første feltteorien i fysikken. Maxwells ligninger har en like sentral plass i fysikken som Newtons lover. De beskriver de elektriske og magnetiske feltene som to sider av samme sak, et elektromagnetisk felt, og oppsummerer de eksperimentene med elektriske og magnetiske fenomener som mange fysikere hadde gjort: Charles Augustin Coulomb, Alessandro Volta, Hans Christian Ørsted, André Marie Ampére, Michael Faraday, og mange andre. Faraday innførte feltbegrepet i fysikken, og la med det et viktig grunnlag for Maxwells teori.

Da Maxwell forente de elektriske og magnetiske feltene i et elektromagnetisk felt, ga det ham en stor aha-opplevelse. Han innså at ligningene ikke kunne være korrekte uten at han gjorde en liten forandring i den ligningen som kalles Ampéres lov. Da fant han at det fullstendige settet med ligninger, inkludert den korrigerte Ampéres lov, har bølgeløsninger. Ikke nok med det, men han fant at de elektromagnetiske bølgene brer seg ut med lyshastigheten. Av det trakk han den naturlige og korrekte konklusjonen at lys er en form for elektromagnetiske bølger. Mer langbølgete elektromagnetiske bølger, av den typen som vi i dag kaller radiobølger, ble generert og observert av Heinrich Hertz i 1888, og ikke lenge etter ble de tatt i bruk for trådløs overføring av telegrafiske signaler.

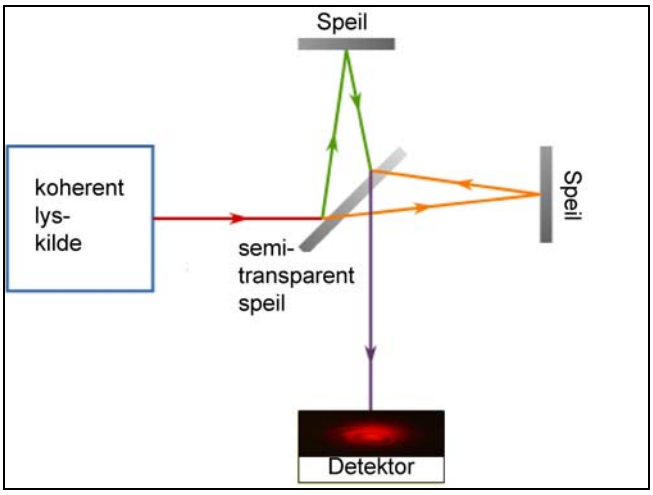
På Maxwells tid, og for den saks skyld i vår egen tid, fant mange det vanskelig eller umulig å tenke seg bølger uten å tenke seg et medium som bølgene brer seg gjennom, på samme måten som lydbølger brer seg i luft, eller som vannbølger brer seg på overflaten av vann. Maxwell tenkte seg at rommet er fylt av et medium, eteren, og at lysbølgene er en slags vibrasjoner i eteren.

Det ville i så fall bety at bevegelse har en absolutt betydning, fordi det ville være mulig å måle bevegelsen i forhold til eteren. Vi ville kunne observere at lyshastigheten varierer med retningen, at den er mindre eller større alt etter om vi lyser i den retningen vi selv beveger oss i forhold til eteren, eller vi lyser i motsatt retning. Bare for en observatør som tilfeldigvis er i ro i forhold til eteren, vil det se ut som lyset har samme hastighet i alle retninger.

Albert Michelson og Edward Williams Morley gjorde et berømt eksperiment i 1887 for å undersøke om lyshastigheten er retningsavhengig. De sendte et lyssignal mot et halvt gjennomsiktig speil, slik at noe lys ble reflektert i 90 graders vinkel, mens resten av lyset gikk rett fram. Etterpå samlet de lyset, slik at de fikk interferens mellom de to komponentene av lyset, og dermed fikk de fram et interferensmønster, med lyse og mørke områder på en skjerm (Figur 3). Mønsteret vil avhenge av forskjellen i tid mellom de to veiene lyset kan ta. Et slikt interferometer er svært følsomt, fordi en forandring i tidsforskjellen som tilsvarer halve bølgelengden av lyset, altså mindre enn en tusendels millimeter, snur om hele interferensmønsteret så lyse partier blir mørke og mørke partier blir lyse.

Hvis lyshastigheten avhang av retningen, så skulle de kunne forandre tidsforskjellen, og dermed interferensmønsteret, ganske enkelt ved å dreie hele eksperimentoppstillingen rundt 90 grader. Og skulle det slumpe til at Jorda var i ro i forhold til eteren i det øyeblikket de gjorde eksperimentet, så skulle en tro at Jorda måtte bevege seg med 60 km/s i forhold til eteren når de gjentok eksperimentet et halvår senere.

Det sensasjonelle resultatet var at de aldri observerte noen retningsavhengighet av lyshastigheten, uansett når på døgnet eller når på året de gjentok eksperimentet. De var ute av stand til å observere noen bevegelse av Jorda i forhold til eteren, og konklusjonen virket uunngåelig, nemlig at eteren, slik Maxwell tenkte seg den, simpelthen ikke eksisterer.



Figur 3: Michelson og Morley's berømte eksperiment for å påvise eteren. Se tekst for forklaring.

Albert Einstein

Albert Einstein (1879–1955), født samme år som Maxwell døde, avskaffet eteren for godt, ved at han fant en løsning på det mysteriet som kom ut av eksperimentet til Michelson og Morley. De nye erkjennelsene førte videre til en ny gravitasjonsteori, som rettet opp de skavankene ved Newtons gravitasjonsteori som Newton selv så. Dette er, kort fortalt, innholdet i relativitetsteoriene, den spesielle relativitetsteorien fra 1905, og den generelle relativitetsteorien fra 1915.

Det kan virke temmelig umulig å forklare at lyshastigheten kan være uavhengig av all bevegelse til lyskilden og observatøren, men Einstein viste at det faktisk lar seg gjøre, om en bare er villig til å gi slipp på enkelte inngrodde forestillinger om rom og tid. Først og fremst innså han at det må være noe galt med begrepet samtidighet. Inntil da hadde alle tatt for gitt at samtidigheten er absolutt, at alle observatører må oppfatte den likt. Men Einstein resonnerte seg fram til at samtidighet er et relativt begrep, unntatt når det er snakk om begivenheter som skjer både på samme tid og på samme sted, eller rettere: nesten samme tid og sted.

Det betyr at tid og rom ikke er absolutte, som Newton mente. Tid og rom er heller to sider av samme sak, av noe vi kan kalle tidrommet, slik at skillet mellom de to begrepene ikke er absolutt, men avhenger av hastigheten til den som observerer. Det vi da står igjen med som et absolutt begrep, er tidrommet, mens inndelingen av tidrommet i tid og rom er relativ, den avhenger av observatøren.

Videre konkluderte Einstein at tiden må være relativ på den måten at en klokke som beveger seg, ser ut til å saktne i forhold til synkroniserte klokker som ligger i ro. Et vesentlig problem når det gjelder å sammenligne to klokker, er at sammenligningen er utvetydig bare dersom vi har de to klokkene like ved siden av hverandre. Dersom det er en viss avstand mellom klokkene, kan vi ikke sammenligne dem uten å ta hensyn til at det tar tid å overføre en melding om hva klokken er, fra det ene stedet til det andre. Dermed kan vi risikere at resultatet av sammenligningen avhenger av hvilken metode vi bruker.

Skal vi sammenligne en klokke som beveger seg, med en klokke som ligger i ro, kan vi gjøre det uten videre bare i det øyeblikket de møtes på ett sted. Ved et senere tidspunkt er den klokken som beveger seg,å finne et sted langt borte, og må sammenlignes med en klokke som er i ro der. Problemet som må løses, er derfor å synkronisere klokker som er i ro på hvert sitt sted. Einstein mente at det finnes en naturlig metode for å synkronisere klokker som er i ro, nemlig å sende et lyssignal fram og tilbake, og så bruke det vi vet, at lyssignalet bruker like lang tid den ene som den andre veien. Hele den spesielle relativitetsteorien følger av denne definisjonen av samtidighet, samt at lyshastigheten er konstant.

Herman Minkowski (1864–1909) mente at den spesielle relativitetsteorien må forstås som en teori om det firedimensjonale tidrommet. Å snakke om tidrom, i stedet for tid og rom hver for seg, er mer enn et spørsmål om språkbruk, etter at Minkowski viste hvordan en kan definere avstander i tidrommet på en naturlig måte.

Enhver "ting", enten det er snakk om en elementærpartikkel, et menneske, en elefant eller en planet, følger en tenkt linje i tidrommet som Minkowski kalte verdenslinjen til denne tingen, slik at ett punkt på verdenslinjen representerer ett sted og ett tidspunkt. Avstanden langs verdenslinjen er simpelthen egentiden, det vil si tiden målt med en klokke som følger bevegelsen, som altså følger den samme verdenslinjen.

Matematisk sett er avstander i tidrommet definert ved en metrikk, som rett og slett er et spesielt slags felt, noe i likhet med det elektromagnetiske feltet. Einstein innså at dette "metriske feltet" er hverken mer eller mindre enn det gravitasjonsfeltet som mangler i Newtons gravitasjonsteori, og han fant feltligningene for gravitasjonsfeltet. Det viktigste forbildet for Einsteins gravitasjonsteori var Maxwells teori for det elektromagnetiske feltet, den eneste feltteorien som eksisterte fra før.

I likhet med Maxwells ligninger har Einsteins ligninger bølgeløsninger, der bølgene forplanter seg med lyshastigheten. Slike gravitasjonsbølger må eksistere, men fordi de er så usannsynlig svake, er de ennå ikke observert direkte. De er imidlertid observert indirekte, i ett spesielt tilfelle, noe vi skal komme tilbake til neste gang.

De effektene som relativitetsteoriene forutsier, og som bryter med Newtons teorier, gir seg store utslag først ved hastigheter som nærmer seg lyshastigheten. Nå er lyshastigheten enormt stor sammenlignet med dagligdagse hastigheter, den er nesten nøyaktig 300 000 kilometer i sekundet, eller 1 080 000 000 kilometer i timen, 10^9 kilometer i timen. Derfor merker vi lite til disse såkalte relativitetseffektene i dagliglivet, men de kan måles selv ved moderate hastigheter, bare en måler nøyaktig nok.

Utlån av utstyr, litteratur og DVD

Av Stein Ommund Wasbø

Trondheim Astronomiske Forening eier flere teleskoper og diverse utstyr, bøker, DVD-er og blader. Disse er kjøpt inn med tanke på gratis utlån til våre medlemmer. Her er en oversikt over hva TAF har tilgjengelig for utlån:

- **Teleskop:**
  - Orion Starmax 127mm, Maksutov-Cassegrain: Et forholdsvis lite og kompakt teleskop med høy ytelse. Stødig EQ3-montering medfølger. Bruksanvisning for montering og bruk medfølger. Velegnet all-round teleskop for planeter og enkelte deep-sky objekter, sol/måne.
  - Orion 8", Newton-speilteleskop: Stort teleskop, men veldig lett å montere og bruke. Dobson-montering. Høy ytelse. Velegnet for deep-sky objekter og planeter.
  - Orion Shorttube 80mm, refraktor: Lite og lett teleskop. Velegnet for stjernefelt, sol og måne. Fotostativ medfølger. Utmerket reise-teleskop.

- **Utstyr:**
  - Web-kamera
  - Chesire-okular
  - Fargefiltre

- **DVD:**
  - Understanding the Universe - An Introduction to Astronomy, 2nd edition, Alex Filippenko. 96 forelesninger a 30 minutter om alle mulige tema innen astronomi. Engelsk.
  - Einstein's Relativity and the Quantum Revolution - Modern Physics for Non-Scientists, 2nd Edition, Richard Wolfson. 24 forelesninger a 30 minutter. Engelsk.

- **Bøker:**
  - Praktisk astronomi
  - Praktisk stjerneatlas
  - + mange flere, se TAF-veven.

- **Blader/Tidsskrift:**
  - Sky & telescope
  - Astronomy Now
  - Astronomi
  - AstroRapport

Hvis du ønsker å låne noe av dette, ta kontakt med materialforvalter. De siste numrene av tidsskriftene blir normalt tatt med på medlemsmøtene for utlån. Gå inn på http://www.nvg.org/org/taf/web under aktiviteter og utlån for fullstendig oversikt.

TAF teleskopene : StarMax'en (til venstre), Shorttube'en (i midten) og Newton'en (til høyre).

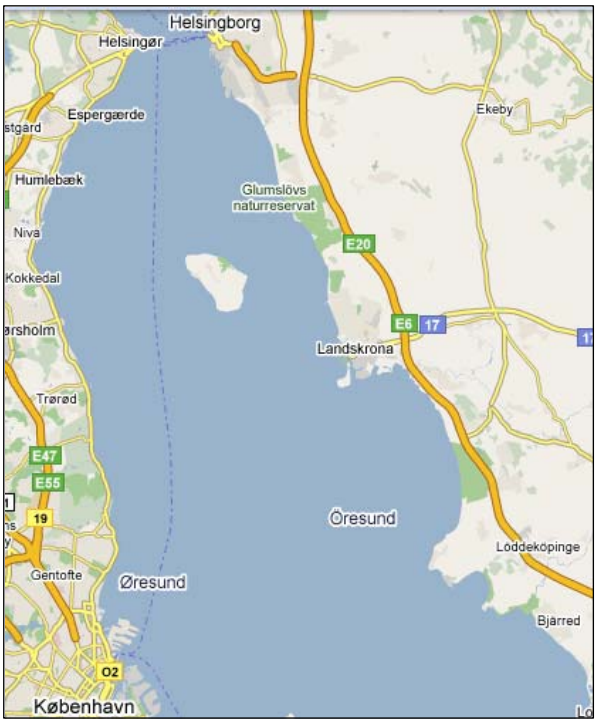
Tycho Brahes øy Ven i Øresund

Av Terje Bjerkgård

Denne gang skal du få et reisetips, spesielt om du skal til Sør-Sverige eller Sjælland i Danmark i sommerferien. Jeg vil nemlig gjerne anbefale deg å bruke en dag eller to på den idylliske, lille øya Ven i Øresund. Da kan du og familien få fine naturopplevelser og ikke minst astronomihistorie på kjøpet. Denne øya tilhørte nemlig den berømte danske astronomen Tycho Brahe i siste halvdel av 1500-tallet.

Beliggenhet, geografi og adkomst

Ven ligger midt i Øresund, omtrent midtveis mellom København og Helsingborg. Øya er så liten at den kan godt utforskes på en dag, spesielt om du tar sykkel i bruk. Og sykkel er den vanligste måten å komme seg rundt på Ven.



Noen fakta: Øya er 4,5 km lang, 2,4 km bred og omkretsen langs kysten er 11,7 km. Det høyeste punktet på øya er 45 meter over havet. Det er ca. 370 fastboende og de viktigste inntekstkildene er turisme og jordbruk. Øya tilhører Sverige noe den har gjort siden 1658. Øya het Hven inntil 1959, da navnet ble endret til Ven. Danskene bruker forøvrig fremdeles den gamle stavemåten.

Det er flere muligheter til å komme ut til øya med båt. Det er kortest fra Landskrona, hvorfra det går båt hele året. Turen tar ca. 30 minutter. Ellers går det båt om sommeren fra både København og Helsingør.

Bare et par hundre meter fra fergeleiet i Bäckviken sør på øya er det en stor forretning som leier ut sykler. Her finnes det sykler i alle størrelser, barnesykler, tandemsykler og sykkeltilhengere, samt diverse sykkelutstyr. Skulle ikke det passe så finnes det en lokalbuss som kan ta deg rundt på øya, du kan leie en hestevogn eller traktor med vogn.

Når det gjelder overnatting er det Vandrerhjem like ved fergeleiet og det er også en campingplass på nordkysten, samt andre muligheter som pensjonater eller leie av feriehus.

Det finnes ikke banker på øya, så husk å ta med kontanter (svenske). Det er nemlig ikke så mange betalingsautomater på øya heller. For øvrig gir nettsiden http://www.alltomven.se/ informasjon om det meste.

Historie

Den nyere historie om Ven kan man si startet med at danskekongen Frederik 3. erklærte krig mot Sverige i juni 1657 for å forsøke å gjenvinne Halland, Øsel og Gotland, samt de tidligere norske områdene Jämtland og Härjedalen. Disse områdene måtte Danmark avstå ved Freden i Brömsebro etter krigen mot Sverige i 1643–1645. Vinteren 1657–1658 var svært kald og de svenske troppene som var i krig i Polen kunne etter å ha erobret Jylland gå på isen over Lillebelt til Fyn og videre nordover til Sjælland og København. Frederik 3. ble totalt overrasket av svenskene og måtte hurtig inngå en fredsavtale med svenskekongen Karl 10. Gustav. Dette skjedde i Roskilde 26. februar 1658. Det ble en svært dyr affære for Danmark. De mistet Skåne med Bornholm, Blekinge, Båhuslän og Trondhjems len i Norge i tillegg til områdene de allerede hadde tapt i den tidligere krig. Og danskene mistet altså også Ven.

Videre ville svenskekongen ha et forbund med Danmark for at de to landene skulle kunne sperre av Øresund for fremmede makter. Danmark skulle da også love å aldri gå i allianse med andre makter som var fiendtlig innstilt til Sverige. Dette var selvfølgelig svært vanskelig å få til og til slutt var tålmodigheten til Karl 10. Gustav oppbrukt og han gikk til krig mot Danmark. Det viste seg snart å bli svært så vanskelig for Sverige å erobre Danmark og de led store tap. Blant annet var hollandske styrker med de danske. Beleiringen av København fortsatte imidlertid. Til slutt intervenerte Holland, Frankrike og England, som ikke kunne akseptere en svensk dominans i Østersundområdet. De presset derfor de to partene til en ny fredsavtale i mai 1660. Sverige måtte levere tilbake Trondhjems len til Danmark mot en erstatning til Sverige, mens Skåne, Blekinge og Halland fortsatt ble svenske og det samme med Ven. Stormaktene var fornøyd med at Øresundsområdet var delt mellom Danmark og Sverige.

På Ven var det lite framgang i de neste århundrene inntil starten av 1900-tallet da landbruket blomstret opp og det ble anlagt teglverk. Befolkningen vokste til 2000 mennesker noe som holdt seg til midten av 1900-tallet da teglverkene ble nedlagt og landbruket ble mekanisert. Etter det har altså befolkningen falt til dagens nivå som er ca. 370 fastboende.

Tycho Brahe liv

Tycho Brahe regnes som grunnleggeren av moderne astronomi. Han revolusjonerte observasjonsteknikk og -metodikk. Han var imidlertid i sin samtid også kjent som levemann, med stort inntak av mat og drikke og et vilt festliv.

Tyge Brahe (Tycho er latinisert form) ble født 14. desember 1546 (julianske kalender) i Knudstrup (sv. Knudstorp) i Skåne. Han ble oppdratt av sin onkel som fikk ham inn på Universitetet i København allerede som 12-åring. Fosterfaren døde i 1565 av lungebetennelse etter å ha reddet Kong Frederik 2. fra drukning. Dette gjorde at familien virkelig kom i kongens gunst.

Det var meningen at Tycho skulle bli jurist og diplomat, men en solformørkelse i 1560 fikk ham interessert i matematikk og astronomi. Han var voldsomt imponert av at denne solformørkelsen var beregnet og forutsagt på forhånd. Familien så ikke nådig på at Tycho forlot jussen, og var først direkte fiendtlig overfor hans interesse for astronomi. Dette gjorde at han dro utenlands for å studere, først i Leipzig, seinere i Wittenberg, Rostock og Basel før han returnerte til Danmark i 1570.

Brahe så allerede i 1563 unøyaktighetene i de himmelkart man da benyttet, og ble overbevist om at astronomiens utvikling avhang av nøyaktigere observasjoner. Han bygde derfor en svært stor og nøyaktig sekstant for å observere himmelrommet. Da han oppdaget en ny stjerne i 1572 (det viste seg å være en supernova) var hans instrumenter nøyaktige nok til å fastslå at stjernen befant seg langt utenfor månen. Den var altså like langt unna som andre stjerner. Dette var i strid med kirkelige og aristoteliske dogmer, som hevdet at stjernehimmelen var uforanderlig. Han publiserte et detaljert arbeid om sine funn og sine metoder i 1573, først etter mye tvil.

Brahe foretok reiser til kjente utenlandske astronomer, og lurte på om han selv skulle flytte til Basel. Kong Frederik 2. så at han kunne miste den nå berømte Brahe, og med ham kanskje også sin mulighet for å få litt av glansen. Kongen tilbød ham derfor å grunnlegge et observatorium og gav ham like godt øya Ven til dette formålet. Øya styrte han som et lite kongerike og underla seg bønder og jordbruk og det hele. Her bygget han sine berømte observatorier Uraniborg og Stjerneborg, som ble de beste i hele Europa. Brahes nye instrumenter, hans eliminering og korrigering av instrumentfeil, og hans korrigering for atmosfæriske forstyrrelser i tillegg til hans systematikk gjorde at hans observasjoner langt overgikk tidligere astronomers.

På Ven var det en konstant strøm av fornemme gjester som kom og gikk, en av dem var kong James VI av Skottland. Brahe holdt voldsomme fester for gjestene, og underholdt dem blant annet med dvergen Jepp og en tam elg. Elgen døde dessverre en natt da den falt ned en trapp etter å ha drukket for mye øl (!).

Etter at kong Fredrik 2. døde i 1588 (av drikking) mistet Brahe gradvis sin posisjon under riksrådet og siden under den nye konge, Christian IV. Sistnevnte mislikte også at Brahe bodde sammen med en kvinne han hadde ni barn med, fremdeles uten å være gift. Hun var dessuten ikke adelig, hun var bare en bondejente, så det var et illegitimt samboerskap uansett. Brahe gikk heller ikke i kirken. Dessuten forvaltet Brahe sine len ganske hensynsløst og vilkårlig, og han mistet etter hvert disse.

I 1597 forlot Brahe derfor Ven og Danmark. I 1598 utga han Mechanica med en dedikasjon til den tysk-romerske keiser, for om mulig å få støtte av ham. Det virket, for i 1599 kunne han slå seg ned i Praha som sjefsmatematiker hos den tysk-romerske keiser Rudolf 2. I 1600 fikk han Johannes Kepler som assistent. De kranglet heftig, og Kepler var overbevist kopernikaner, mens Brahe hadde sitt eget system.
I 1601 døde Tycho Brahe. Men før han døde ordnet han det slik at Kepler kunne overta hans stilling og alt hans materiale. Kepler forsøkte å beregne planetbanene som sirkler, men observasjonenes nøyaktighet tvang ham over til å forsøke med ellipser. Materialet var omfattende, og det tok Kepler åtte år før han kunne komme med sine to første lover om planetenes bevegelser.

Tycho Brahe og vitenskapen

Brahes innflytelse på astronomien var enorm. Han var den første som observerte planeter og månen gjennom hele deres omløp, noe som avdekket uregelmessigheter i forhold til rådende teorier. Ved å forbedre både instrumenter og observasjonsteknikker var han i stand til å forbedre nøyaktigheten i sine astronomiske observasjoner ganske voldsomt i forhold til sine forgjengere. Han var også den første som korrigerte sine observasjoner for atmosfæriske forstyrrelser. Brahe observerte været gjennom mange år, for å se om det korrelerte med astronomiske fenomener.

Hans observasjoner av den nye stjernen i 1572 og kometen i 1577 viste at disse objektene var fjernere enn månen, og at himmelen var i bevegelse og utvikling. Opp til nå hadde man trodd at planetene var festet til faste sfæriske skall, men Brahes observasjoner av kometen viste at dette var umulig. Han rydder dermed også vei for et heliosentrisk syn på solsystemet, selv om han selv tok et slags mellomstandpunkt. Han forsøkte å lage en syntese, med jorden som universets sentrum, hvor blant annet solen roterte rundt jorden, men hvor planetene kretset rundt solen. Dette systemet ble det mest populære blant astronomer til i alle fall 1650. For kometens del fant han det vanskelig å beskrive dens bane med sirkler og episirkler, og lurte på om det fantes bedre beskrivelser av banen, kanskje som en ellipse.

Tycho Brahe drev med instrumentproduksjon fra 1569, og ledet arbeidet selv. Han forbedret gamle og laget nye instrumenter for observasjoner av himmelrommet. Disse instrumentene førte i seg selv astronomien videre. Han lærte opp assistenter, hvorav den mest kjente naturligvis er Kepler. En annen var Longomontanus som bygde opp observatoriet Runde Tårn i København. Han drev i mindre skala med svært avansert kartografi. Han var influert av Paracelsus, og laget selv medisiner som fikk offisiell status i Danmark. For å utgi sine skrifter startet han like godt både en papirmølle og et eget trykkeri.

Stjerneborg og Uraniborg – Tycho Brahe museet på Ven

Tycho Brahe oppførte observatoriet Stjerneborg i 1584. Det ble delvis anlagt under bakken for å være beskyttet for vær og vind. Stjerneborg ble bygget like ved hans bolig Uraniborg, et slott som også ble brukt som observatorium. Etter at Tycho Brahe forlot Ven i 1597 ble Uraniborg revet og observatoriet forfalt. I dag er det kun markert med hekker og grus hvor Uraniborg en gang lå, mens Stjerneborg delvis er rekonstruert.

Hele bygningskomplekset lå temmelig akkurat midt på øya og er i dag gjenskapt som museum. Selve museet ligger i Allhelgonakyrkan like ved der som Uraniborg lå. Det ble åpnet i 2005. Det gir et godt innblikk i Tychos Brahes liv og virke som vitenskapsmann. Inne i kirken er det blant annet kopier av hans viktigste instrumenter og en god del tekster i elektroniske bøker. Det er også korte filmer i små avlukker,

hvor du kan sitte uforstyrret. Utenfor kirken er det en flott rekonstruert renessansehage, som blant annet viser Tycho Brahes pestmedisin. Det er også en fint pedagogisk oppbygget værstasjon der det er forklart hvordan de forskjellige instrumentene virker. På en PC-skjerm kan du bla og se hvordan Tycho gjorde sine værobservasjoner og du kan sende dine egne værobservasjoner fra Ven hjem eller til venner via e-post.

Uraniborg main building. Copper etching from Blaeu's Atlas Major, 1663.

Tegning av Uraniborg

Tvers over landeveien ligger det rekonstruerte Stjerneborg. Her vises det en multimediaforestilling om hvordan en observasjonsnatt kunne ha foregått på Tycho Brahes tid. Og når du har gjort dette så er nok tiden inne til å få noe å spise. Og det kan du godt gjøre i den koselige kaféen ved museet, hvor du kan få blant annet en god og fyldig fiskesuppe laget på lokale råstoffer. Det er temmelig trangt der inne, så er det fint vær er det like godt å sitte ute.

Fotografi av Stjerneborg. Kirkespiret til museet skimtes i bakgrunnen.

Etter maten kan du strekke på beina og gå kjærlighetsstien ned til vannet. Det er riktig mye dyreliv å se; jeg så mange fasaner, harer og rådyr der i mai. På veien tilbake til havnen i Bäckviken kan du følge planetstien. Den begynner med en modell av Sola ved museet og strekker seg hele veien til havnen. Underveis er det modeller av de fem innerste planetene som var kjent på Tycho Brahes tid. Det står litt tekst til hver av modellene. Planetenes størrelse og avstand er i riktig skala i forhold til Solsystemet.

Stjernehimmelen juni - september 2009

Av Terje Bjerkgård

Generelt

Det er sommersolverv 21. juni kl. 07:46. Sola står da lengst nord på himmelen, i området mellom Tyren (Taurus) og Tvillingene (Gemini). Denne dagen står Sola opp kl.03:02 og går ned kl.23:38 i Trondheim. Den 4. juli kl.09 er Jorda lengst unna Sola. Avstanden er da 152 091 114 km. Til sammenligning var avstanden 147 095 547 km da Jorda var nærmest Sola 4.januar. Forskjellen mellom største og minste avstand er svært nær 5 millioner km eller 3,3 % av middelavstanden (1 astronomisk enhet – AE) som er 149 597 870,691 km.

Okkultasjoner

Søndag 13. september okkulterer Månen Mars. Dette skjer på ettermiddagen, svært nær horisonten i nord-nordvest. Mars forsvinner bak den belyste delen av Månen (Månens fase er 32 %) kl.18:05 sett fra Trondheim. Planeten kommer fram igjen akkurat idet Månen står i horisonten. For å se denne okkultasjonen kreves det altså helt fri sikt mot nord-nordvest og et lite teleskop for å se Mars.

Månen passerer gjennom Pleiadene både i juni, juli og august men alle disse skjer på dagtid eller når det er alt for lyst til å kunne sees. I september passerer Månen like sør for Pleiadene.

Tynne månesigder

En morsom og utfordrende oppgave er å lete opp tynne månesigder rundt tidspunktet for nymåne. Hvem kan se den tynneste fasen?
I juni, juli og august er det for lyst til at de virkelig tynne månesigdene kan sees.
16. september: En tynn 9,2 % belyst månesigd er synlig på morgenhimmelen sammen med Venus.
17. september: En syltynn 3,5 % belyst månesigd er synlig på morgenhimmelen. Månen står høyt på himmelen i forhold til Sola denne morgenen.

Planetene

Merkur er ikke synlig i denne perioden på grunn av den lyse himmelen og fordi den går ned eller står opp omtrent samtidig med Sola. Merkur passerer imidlertid omtrent 3 ° sør for Saturn den 17. august. Planetene befinner seg da omtrent 27 ° øst for sola, og begivenheten kan observeres i et teleskop på dagtid. Men å finne planetene på den lyse daghimmelen er svært vanskelig med mindre du har en permanent oppstilling med GoTo som f.eks. teleskopet på Bratsberg.

Venus er i største veslige elongasjon 5.juni. Men planeten blir først et iøynefallende objekt mot siste halvdel av måneden da den er oppe et par timer før soloppgang. Den passerer for øvrig 2 ° sør for Mars den 22. juni. Fasen øker til 61 % denne måneden. Utover i juli kommer planeten stadig høyere på morgenhimmelen etter som dagene går. Fasen øker til 73 % i løpet av måneden. Fasen øker videre til 83 % i løpet av august og 90 % i løpet av september. Også i disse to månedene er Venus godt synlig på morgenhimmelen.

Mars kommer til syne på morgenhimmelen i løpet av juni. Planeten befinner seg langt unna Jorda, og lysstyrken er ganske beskjeden. I slutten av august står planeten opp før midnatt, men er fremdeles for langt borte til å vise detaljer i teleskop. Den står da i stjernebildet Tvillingene (Gemini). Planeten viser fase fordi bare 90 % av planeten er belyst, sett fra Jorda. Også mot slutten av september står planeten i Tvillingene, men er ennå for langt borte til at vi kan ha håp om å se særlig med detaljer. Lysstyrken er 0.8 mag. og planetskiven er kun 6.6” tversover.

Jupiter befinner seg i stjernebildet Steinbukken. Planeten er synlig lavt i sørøst utover natten i juli. Den passerer omtrent en halv grad sør for Neptun 14. juli. Dette er den første av tre konjunksjoner mellom

disse to planetene i år. Jupiter er i opposisjon 14. august og står da i sør ved midnatt. Planetskiven er 49” i diameter og lysstyrken er -2.9 mag. Den står imidlertid kun 11 grader over horisonten. Utover i september står planeten stadig tidligere opp og går ned desto tidligere. Mot slutten av måneden går den ned 2 timer etter midnatt.

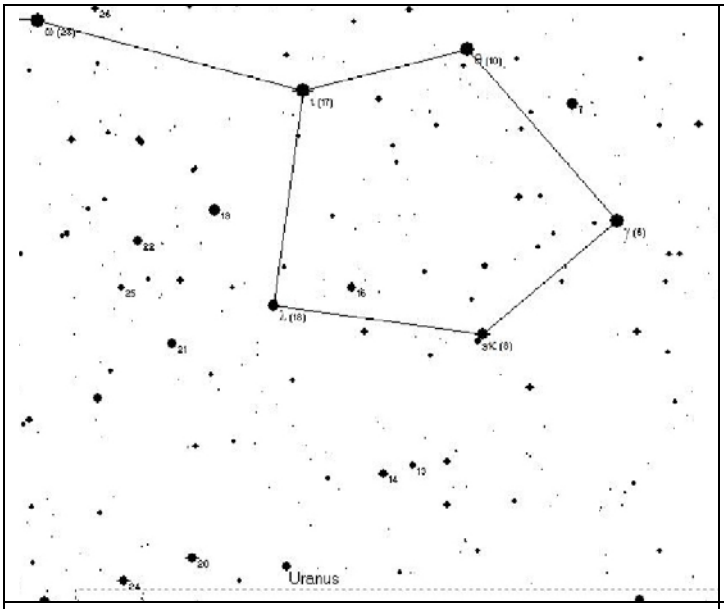
Saturn befinner seg i stjernebildet Løven, og planeten er synlig på vesthimmelen i juli og august. Den forsvinner i sollyset i løpet av august og er i konjunksjon 17. september. 4.-5. september krysser Jorda baneplanet til ringene, slik at de sees helt fra kanten. Dette er altså ikke synlig for oss på grunn av nærheten til Sola.

Uranus står fint til stjernebildet Fiskene i hele perioden, men er i praksis først observerbar fra slutten av august når det er blitt mørkere. Uranus er i opposisjon 17.september. Da er planetskiven 4" i diameter og lysstyrken 5,7 mag. Den står da vel 23 grader over horisonten i sør ved midnatt.

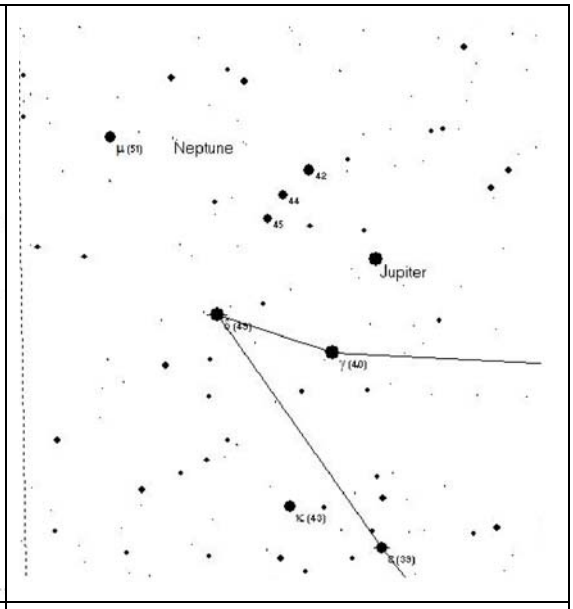
Navn	Mag.	Avstand fra Uranus
Ariel	14.4	9.6 ”
Umbriel	15.0	8.7 ”
Titania	13.9	21.9 ”
Oberon	14.2	29.9 ”
Miranda	16.5	7.8 ”

Ved opposisjon er det mulig med et større teleskop som C14 på observatoriet å se de mest lyssterke månene til Uranus, spesielt Titania, Oberon og Ariel.

Neptun befinner seg i stjernebildet Steinbukken i hele perioden. Planeten er synlig lavt i sørøst utover natten. Jupiter passerer omtrent en halv grad sør for Neptun 14. juli. Den er i opposisjon 17. august og står da i sør ved midnatt. Diameteren til planeten er da 2” (halvparten så stor som Uranus), mens lysstyrken er 7.8 mag. Planeten kan også sees i hele september og går ned et par timer etter midnatt i slutten av måneden.



Uranus’ posisjon ved opposisjon 17.september. Den er lett å finne, rett sør for en femkant av stjerner i sørlige del av stjernebildet Fiskene (Pisces).



Neptuns posisjon ved opposisjon 17.august. Legg merke til raden med stjernene 42,44 og 45 Capricorni, samt Jupiter.