CORONA

Medlemsblad for
Trondheim Astronomiske Forening

Nr. 1 Mars 2009 11. årgang

Om Tid og Rom

Tidevann og Jordskjelv

Å observere stjernenes liv

Redaktørens ord

2009 er utropt til det Internasjonale Astronomiåret. Bakgrunnen er at i 1609 rettet Galileo Galilei, som den aller første, et teleskop opp mot himmelen. Hans oppdagelser av at Månen hadde kratre, at Venus hadde faser, Jupiters fire store måner og de mørke flekkene på Sola var med på å endre menneskenes oppfatning av Jordas plass i Universet. Forslaget om et år i astronomiens tegn ble fremmet av Galileis fødeland Italia, i samarbeid med Den internasjonale astronomiske union, IAU. Ideen ble støttet av UNESCO, og det ble vedtatt av FN i desember 2007.

Meningen med Astronomiåret 2009 er en global feiring av astronomi som vitenskap og dens betydning. Visjonen er å stimulere og vekke interessen for naturen rundt oss og vår plass i universet. Dette skal gjøres ikke minst ved at alle skal få se gjennom teleskoper i observatorier og andre steder. Det er også laget et teleskop kalt Galileoskopet som kan kjøpes svært rimelig. Det skal også være mange innslag i media, direktesendinger fra profesjonelle observatorier, bildeutstillinger og mange andre prosjekter for å nå ut til barn og voksne.

Astronomiåret i Norge ledes av Institutt for teoretisk astrofysikk ved Universitetet i Oslo, i samarbeid med amatørastronomer, vitenskapsjournalister, regionale vitensentra, lokale astronomiforeninger og andre organisasjoner.

Det er et faktum at naturfagene i norsk skole er forsømt, samtidig som det er et skrikende behov for folk med realfagskompetanse. Et av de norske hovedmålene for Astronomiåret er å øke interessen for naturfag blant de yngre og bidra til å styrke rekrutteringen til realfag. En ønsker også å sette fokus på verdiene av grunnforskning og bevisstgjøre både politikere og folk flest.

TAF vil også bidra i løpet av Astronomiåret og styret vil derfor gjerne at medlemmene engasjerer seg. Det planlegges blant annet arrangementer sammen med hovedbiblioteket og Vitensenteret i Trondheim i november og desember. Det kan også bli aktuelt å stille teleskoper opp på Torget i Trondheim på et tidspunkt. Så lykke til med Astronomiåret til alle! Clear Skies!

Terje Bjerkgård

Styret i TAF informerer

Nytt SBIG ST-10XME semi-profesjonelt CCD-kamera + fotometriske B, V og R filter er kjøpt inn via Teleskopaksjonen (se side 24).

Monteringen til hovedteleskopet på observatoriet i Bratsberg fikk plutselig høy bankende ulyd ved avslutning av observasjonskvelden den 3. mars. Vi er i kontakt med vår forhandler N. J. Opsahl i Skien, og vi tør ikke annet enn å stoppe bruken av teleskopet inntil vi får klar beskjed fra Celestron via N. J. Opsahl om at vi kan bruke det. De første tilbakemeldingene er meget positive med tanke på at vi får reparert dette kostnadsfritt, og det er tross alt det viktigste. Vi beklager dog på det sterkeste at teleskopet er ute av drift på ubestemt tid. Vi håper på rask avklaring og at vi kan bruke teleskopet frem til det blir for lyse netter i starten av mai.

Driftsresultatet for 2008 ble på kr. 17848.20 (detaljer i Årsrapporten i innkallingen til Generalforsamling).

Nye medlemmer og utmeldinger

TAF har fått 5 nye medlemmer siden sist, mens ett medlem har meldt seg ut. Foreningen har 138 medlemmer pr. 12/3-09. Vi ønsker hjertelig velkommen til

Håvard Bringsli, Mads Erik Husdal, Ivar Ness, Morten Wilhelmsen og Steve Andre Øyra

Birger Andresen,
Leder i 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, Finn Nilsen, Øyvind Kristiansen, Erlend Langsrud, Jan Myrheim, 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: Collage fra feiringen av 10 års jubileet til TAF den 11.desember 2009. Øverst er tidligere og nåværende styremedlemmer, nederst til venstre er Arne Bjerge og Albin Kristiansen i ivrig diskusjon, og til høyre typisk møtestemning. Bilder tatt av Birger Andresen, Terje Bjerkgård og Finn Nilsen. Bakgrunn er Slørtåken i Svanen (fra internett).

Corona

Nr. 1 Mars 2009

Innhold

Rapporter

Side 12:
Observasjoner av Sola i 2008
Av Birger Andresen

Side 14:
Observasjoner av variable stjerner i 2008
Av Birger Andresen

Artikler

Side 4:
Jordskjelv og tidevannskrefter – er det en sammenheng?
Av Arne Bjerge og Terje Bjerkgård

Side 20:
Om Tid og Rom i fysikken – del 1
Av Jan Myrheim

Side 25:
Hvordan observere stjernenes livssyklus
Av Terje Bjerkgård

Faste spalter

Side 2:
Redaktørens ord
Styret informerer
Nye medlemmer

Side 11:
Blinkskudd
Månen
Av Øyvind Kristiansen
Venus' faser
Av Stein O. Wasbø

Side 17:
Nyheter
Kepler på plass i Verdensrommet
Av Eivind Wahl
Mørk materie har hukommelse
Av Eivind Wahl

Side 24:
Styremeddelser

Side 29:
Stjernehimmelen mars til juni 2009
Av Terje Bjerkgård

Annonser

Side 16: Foto Schrøder
Side 19: Kikkertspesialisten

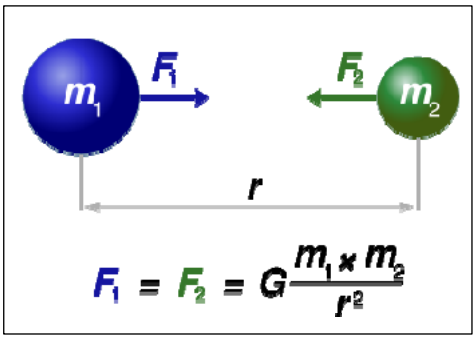
Jordskjelv og tidevannskrefter – er det en sammenheng?

Av Arne Bjerge og Terje Bjerkgård

Jordskjelv opptrer hyppig langs bestemte soner på Jorda. Månen og Sola trekker på Jorda og skaper tidevann. Er det derfor en overhyppighet av jordskjelv når Månen og Sola har maksimal drakraft på Jorda, dvs. når de tre legemene står på linje? Det er dette vi forsøker å finne ut i denne artikkelen.

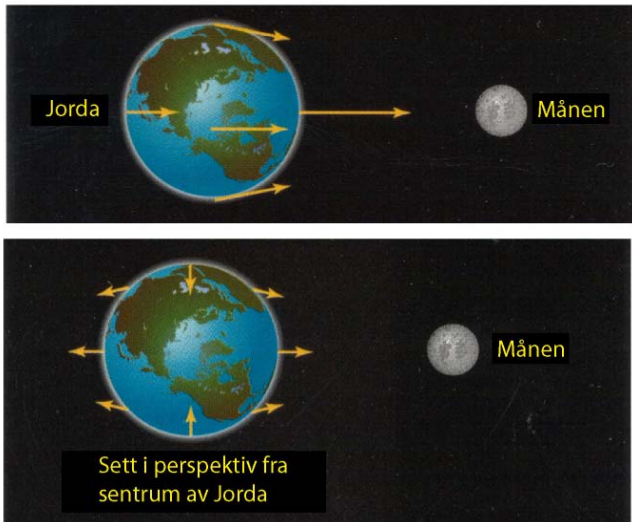
Hva er tidevannskrefter?

Tidevannskrefter følger av Newtons gravitasjonslov:
To legemer virker på hverandre med en kraft som er proporsjonal med produktet av massene og invers proporsjonal med kvadratet av avstanden mellom dem (se Figur 1). Proporsjonalkonstanten betegnes G og er kjent som gravitasjonskonstanten: 6.67×10^{-11} N m^2 kg^{-2}.



Figur 1: Illustrasjon av Newtons gravitasjonslov

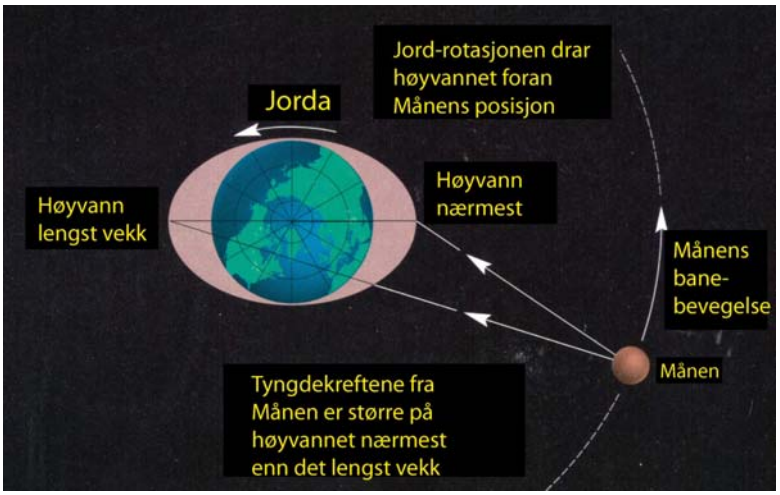
For en partikkel i et legeme som påvirkes av et annet legeme er det nettokraften (resultanten) fra dette som gir tidevannskraften. For oss her på Jorda merkes disse kreftene ved at havvannet viser flo og fjære, som jo nettopp kalles tidevann. Denne forskjellen i vannstand skapes av forskjellene i Månens tiltrekningskraft på de forskjellige deler av jordoverflata. Månens tiltrekningskraft er størst på den siden av Jorda som vender mot Månen, minst på den siden som snur bort fra Månen (Figur 2). Det er altså forskjellen i Månens tiltrekning i forhold til kreftene i jordsenteret som gir tidevannet. Det er også en tilleggseffekt i de områdene på Jorda som ligger mellom de to punktene på linjen fra Måne til Jord, hvor nettokrefter peker innover mot Jorda.



Figur 2: Illustrasjon av hvordan tidevannskreftene fra Månen påvirker Jorda. Vi ser ned på Jordas nordpol.

Månens bevegelse i banen rundt Jorda gjør at Jorda må rotere litt mer enn ett døgn for at samme punktet på jordoverflata på nytt skal komme rett under Månen. Siden Månen har en omløpstid på ca. 28 døgn dreier det seg om 13 grader, og Jorda bruker omlag 50 minutt på å rotere disse ekstra 13 gradene. Høyvannet kommer altså 50 minutter senere hvert døgn. Dersom tidevannsbølgene gled fram friksjonsfritt over havbunnen ville tidevannstoppen ligge rett "under" Månen, i linja mellom jordsenteret og månesenteret. Men friksjonen gjør at jordrotasjonen, som jo er mye raskere enn Månens bevegelse rundt Jorda, trekker med seg tidevannsbølgene. Høyvannet blir da liggende litt foran ``sub-måne"-punktene og ikke rett under disse (se figur 3).

Månen vil trekke forskjellig på toppene som skyldes tidevannsbølgen. Kraften er størst på den nærmeste toppen. Kraftforskjellen vil gi en netto bremsing av jordrotasjonen. Energimessig taper Jorda rotasjonsenergi på grunn av friksjonen. Jordas spinn vil da naturligvis minke, men ettersom Jord-Månesystemets

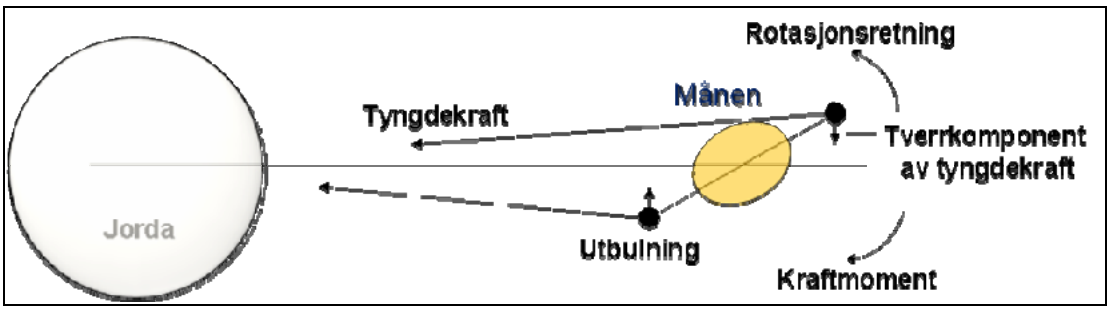


Figur 3

spinn må være bevart, så medfører dette at Månens spinn i banen øker. Det skjer ved at Månen beveger seg bort fra Jorda. Tidevannsbremsingen har altså to effekter: 1) Jordas rotasjonstid øker med 2,3 millisekunder pr. år, og dermed øker døgnets lengde og 2) Månen fjerner seg fra Jorda med 3,82 cm pr. år.

Også Sola påvirker Jorda. Pga. avstanden er påvirkningen maksimalt 30 % av Månens, men det merkes godt ved at vi får springflo og nippflo, hhv. ved Fullmåne/Nymåne og Halvmåne.

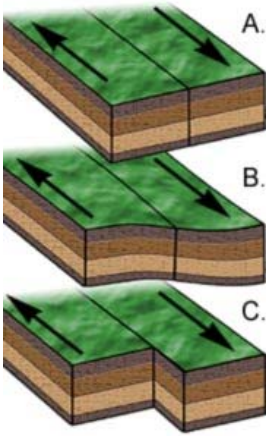
Månen påvirkes selvfølgelig sterkt av Jordas tyngdekrefter. Dette gjør at Månen blir litt avlang. Jorda trekker på Månens utbulinger som får en komponent inn mot senterlinjen (Jordas sentrum). Dette bremser på Månens rotasjonsbevegelse som til slutt får bundet rotasjon med tyngste side mot Jorda (Figur 4).

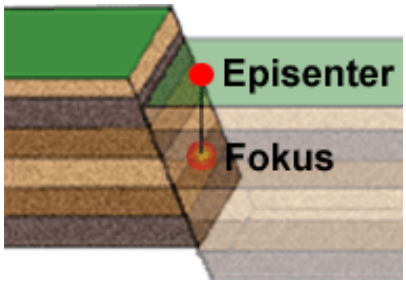


Figur 4

Hva er Jordskjelv?

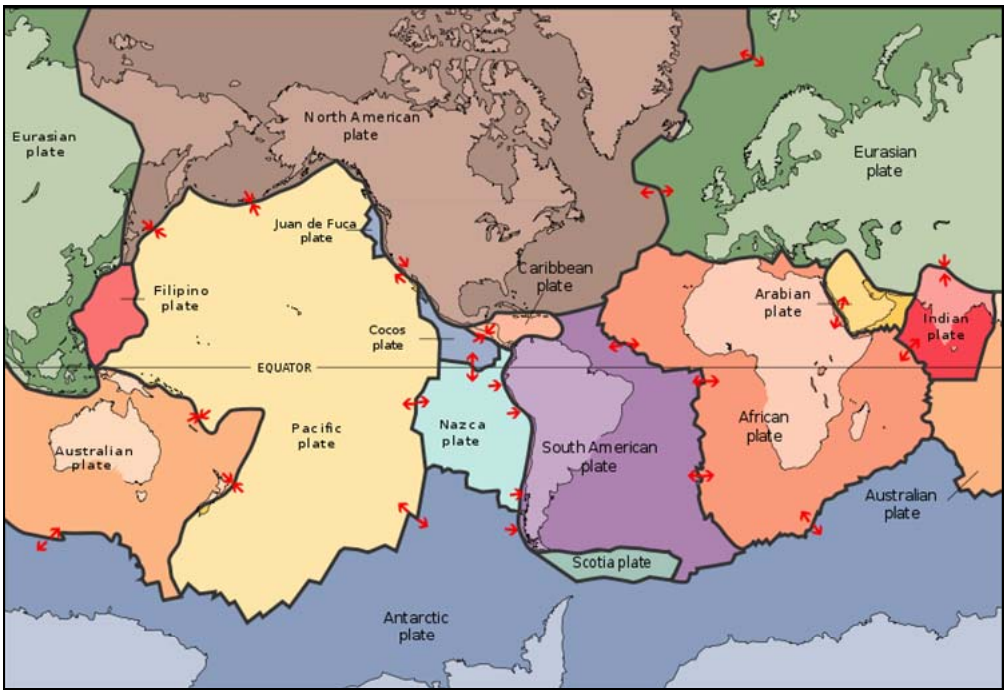
Jordskjelv oppstår når jordskorpen plutselig får et brudd. Fjell er ikke helt stivt men elastisk innen visse grenser. Når spenningen blir større enn det svakeste punkt vil fjellet plutselig gi etter. Det skapes da trykkbølger som sprer seg utover i alle retninger. Det er dette som er jordskjelv. Etter jordskjelvet starter spenningene å bygge seg opp på nytt, og etter en viss tid vil et nytt jordskjelv kunne inntreffe. Selve sprekken bevegelsen foregår over kalles en *forkastning*.





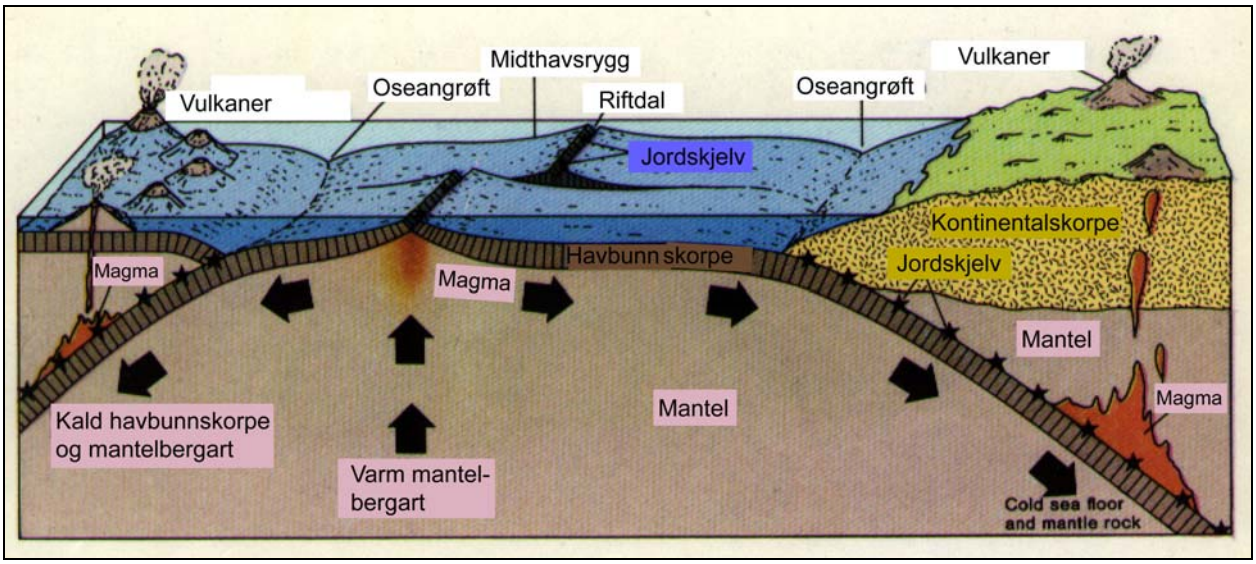
Figur 5: (Venstre): Spenninger bygges opp langs en svakhetssone til brudd skjer.
(Høyre): Det punktet på en forkastning der bruddet starter kalles fokus eller hyposenter, mens punktet på jordoverflaten som ligger rett over kalles episenter.

Det er ikke tilfeldig hvor det skjer jordskjelv. Jordskorpen består av syv store og en rekke mindre plater. Disse platene ligger oppå den flytende mantelen og beveger seg i forhold til hverandre. Dette fenomenet kalles *platetektonikk*. Det er hovedsakelig langs grensene mellom disse platene at vi får jordskjelv.



Figur 6: De viktigste jordskorpeplatene. Pilene viser hvordan platene beveger seg i forhold til hverandre.

Bevegelsene mellom platene har sitt opphav i mantelen, den delvis smeltede del av Jorda under jordskorpen (Figur 7). Her strømmer varm smelte opp mot overflaten langs midthavsryggene og ny havbunnskorpe dannes etter som platene glir fra hverandre. Det dannes mange jordskjelv langs disse ryggene. Disse er grunne og generelt ikke så sterke. Der to plater støter mot hverandre som f.eks. langs vestkysten av Nord- og Sør-Amerika (se Figur 6), vil den tyngre havbunnsplaten forsvinne ned i mantelen igjen i en dyp grøft. Dette kalles subduksjon. Bergartene vil etter hvert komme så dypt at de smelter igjen. Smelten kommer opp og danner en rekke av vulkaner på land. Mange dype og meget kraftige jordskjelv skapes i denne prosessen, blant annet det katastrofale jordskjelvet 2. juledag utenfor Sumatra. Også kontinentene kan støte sammen, som India og Afrika med Eurasia (se Figur 6). Dette skaper også svært mange kraftige jordskjelv.



Figur 7: De platetektoniske prosessene, med dannelse og destruksjon av havbunnskorpe og oppbygging av kontinentalskorpe ved vulkanisme. De svarte stjernene viser hvor det oppstår jordskjelv.

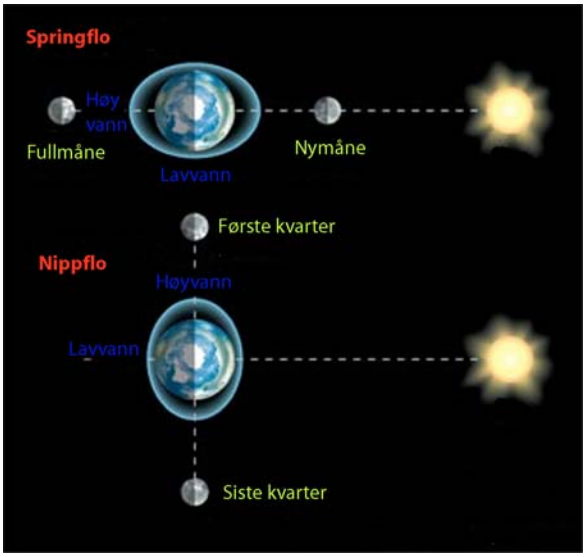
Måneskjelv grunnet tidevannskrefter fra jorden

På Jupiters måne Io har vi observert voldsom geologisk aktivitet i form av vulkanutbrudd. Man fant ut at disse utbruddene fulgte et visst mønster, og aktiviteten varierte med tidevannskreftene fra Jupiter. På 1970-tallet plasserte amerikanske astronauter ut seismografer på vår egen måne, og det ble målt måneskjelv helt opp i 5.5 på Richters skala. Til alt overmål varte mange av dem over 10 minutter, mye lenger en jordskjelv. Disse skjelvene kan deles opp i 4 ulike typer, hvorav en type, den dypeste, sannsynligvis er forårsaket av tidevannskreftene fra Jorden. Disse skjelvene begynner omtrent 700 km under overflaten og er oftest ganske svake. Den neste typen er forårsaket av meteorittnedslag. Den tredje er forårsaket av stor temperaturendring etter 14 dagers iskald natt. De sterkeste skjelvene er dog ganske grunne. Uansett, skal man bygge månebaser må man faktisk regne med å måtte sikre ekstra for måneskjelv.

Tidevannskraften som jorden forårsaker på månen er omtrent 21,7 ganger større enn tidevannskraften månen forårsaker på jorden. Da har vi regnet ut tidevannskraft for det punktet på månen som er nærmest jorden, og vice versa. Denne tidevannskraften forårsaker et strekk i månen. Kilden vi har brukt oppgir dette til å være omtrent 9 meter i snitt. Variasjonen i tidevannskraften fra jorden forårsaker en variasjon i dette strekket på omtrent ±1,8 meter. Det vil si at strekket varierer fra omtrent 7,2 meter ved apogeum til 10,8 meter ved perigeum, altså en variasjon på 3,6 meter. Til sammenligning er strekket som tidevannskreftene fra månen forårsaker på jorden kun 45 cm i snitt. Det er altså variasjonen i strekket i månen som forårsaker en av de 4 observerte typene vi har av måneskjelv. De er hyppigst representert ved perigeum. Det er også verdt å merke seg at månen kun strekkes i en retning, da dens rotasjon er bundet til jorden, den vender alltid samme side mot jorden.

Jordskjelv og tidevannskrefter

Altså: tidevannskrefter forårsaker seismisk aktivitet både på månen og Io. Spørsmålet reiser seg raskt: kan tidevannskreftene fra Sola og Månen utløse jordskjelv? Dette finnes det noe litteratur om på internett, hvorav ganske sterke stemmer taler for at det ikke er noe sammenheng i det hele tatt, og at vi ikke må la oss lure. Likevel bestemte vi oss for å prøve å finne det ut selv, og det må det selvfølgelig bli mye regning av. Derfor har vi samlet inn rådata og laget et program med en tilhørende database, og regnet ut tidevannskreftene selv. Til dette arbeidet måtte vi selvsagt ha mer kunnskap om beregning av tidevannskrefter, noe vi fikk fra Jan Myrheim.



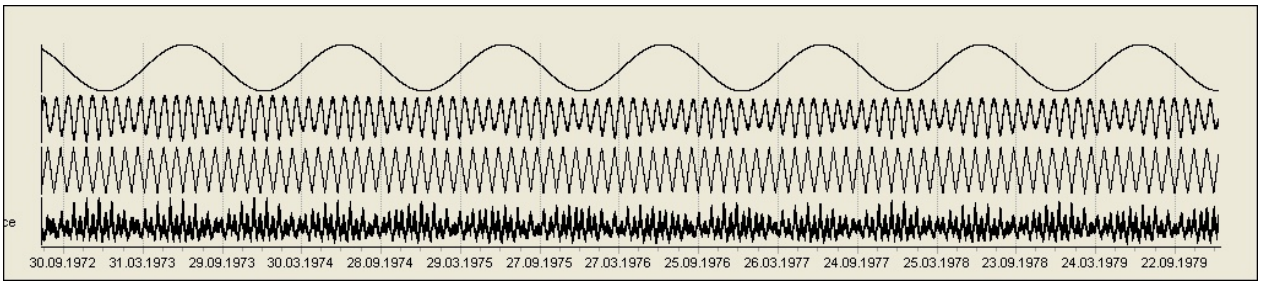
Figur 8: Elongasjon, springflo og nippflo.
Det som påvirker tidevannskraften, er posisjonen til legemet som påvirker jorden, dets masse, dets avstand til jordens sentrum og avstand til punktet på jorden. Tidevannskreftene fra månen og solen vil hele tiden trekke i hver sin retning, unntaket er ved sol- og måneformørkelse. Når de to kreftene trekker i omtrentlig samme retning, vil den totale tidevannskraften være størst. Da får vi springflo. Når vinkelen mellom retningen til de to kreftene er stor, vil de ikke virke like sterkt og vi får nippflo. Vinkelen mellom retningen til disse to kreftene er den samme som vinkelen (solen - punktet på jorden – månen), altså det som kalles elongasjon.

Hva trenger man så av rådata for å finne eventuelle sammenhenger mellom jordskjelv og tidevannskreftene? Databasen vår inneholdt på det tidspunktet vi lagde diagrammene for denne artikkelen alle jordskjelv sterkere enn 6,0 på Richters skala fra 1. januar 1973 til 12. mai 2008; 4853 jordskjelv i tallet. For hvert jordskjelv vet vi posisjon, styrke, dybde og tidspunkt, målt i Greenwich Mean Time, vintertid, altså UTC. I tillegg må vi vite posisjonen til sola og månen, samt avstand til disse. Vinkelavstanden mellom sola og månen kan beregnes ut fra disse rådataene. For månen ble det plukket ut posisjon, månefase og avstand

hver halve time fra august 1972 frem til 31.12.2012. Sola har vi posisjon og avstand for hver 6. Time (00, 06, 12 og 18 hvert døgn) i samme tidsrom. Avstand og posisjon er målt i forhold til jordens sentrum. For å finne så nøyaktig posisjon og avstand som mulig på tidspunktet for hvert skjelv, benyttet vi interpolering av både posisjon og avstand. Alle data for månen og solen ble hentet fra Skymap Pro's efemeride.

Konklusjonene

Vi skal her ta for oss de opprinnelige teoriene vi diskuterte på medlemsmøtet i mai 2008, og se hvor godt de stemmer med virkeligheten. Vi har 4 parametre vi skal undersøke: avstand til solen, avstand til månen, månefase/elongasjon og til slutt total tidevannskraft. Vi starter med å se på hvordan disse utvikler seg over tid.

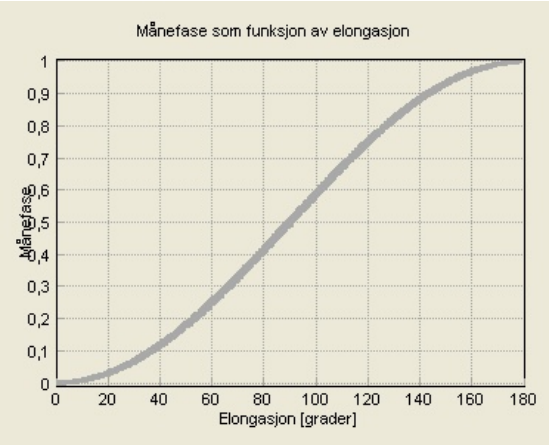


Figur 9: Fra toppen: avstand til solen, avstand til månen, elongasjon og total tidevannskraft for perioden august 1972 til desember 1979 for posisjonen til det store jordskjelvet ved Sumatra 26. desember 2004. Størrelsene er med vilje ikke lagt på her, da det er kurvenes form som er det interessante i denne figuren.

Legg merke til hvordan avstand til månen varierer, spesielt Perigeumsavstanden, altså avstand mellom jorden og månen når månen er nærmest jorden i sin bane rundt jorden. Apogeumsavstanden, altså avstand mellom jorden og månen når månen er lengst bort fra jorden i sin bane rundt jorden, varierer også, men ikke like mye som perigeumsavstanden. Variasjonen i perigeums- og apogeumsavstand ser i dette diagrammet ikke ut til å variere i takt med avstanden til solen.

Hvorfor lurte vi oss selv litt i mai 2008?

En av sakene vi har kikket på er månefase, og der ser vi at vi på medlemsmøtet i mai 2008 har lurt oss selv i våre spekulasjoner. Diagrammene vi da så viste at jordskjelv opptrer hyppigere ved liten og stor månefase, og det er sant. Hypotesen var at siden tidevannskreftene fra månen og solen på et punkt på jorden trekker omtrent i samme retning ved fullmåne og nymåne, blir tidevannskreftene forsterket og man får større hyppighet av jordskjelv. Månefase defineres som andel av månens overflate som er belyst sett fra jorden. Den er ikke lineær med elongasjonen, og månefase i seg selv påvirker ikke tidevannskraften, det er det elongasjonen som gjør.



Figur 10: Diagrammet viser forholdet mellom månefase og elongasjon for alle jordskjelv i databasen vår. Poenget er at elongasjonen varierer jevnt og trutt med tiden, fra 0 til 180 grader og tilbake til 0 grader igjen. Det gjør ikke månefasen. Liten og stor månefase opptrer hyppigere enn for eksempel månefase 0,5. Det er grunnen til at vi lurte oss selv.
Da har vi lært en ting: vi må korrigere hver parameter med hvor ofte de ulike avstandene og vinklene inntreffer.

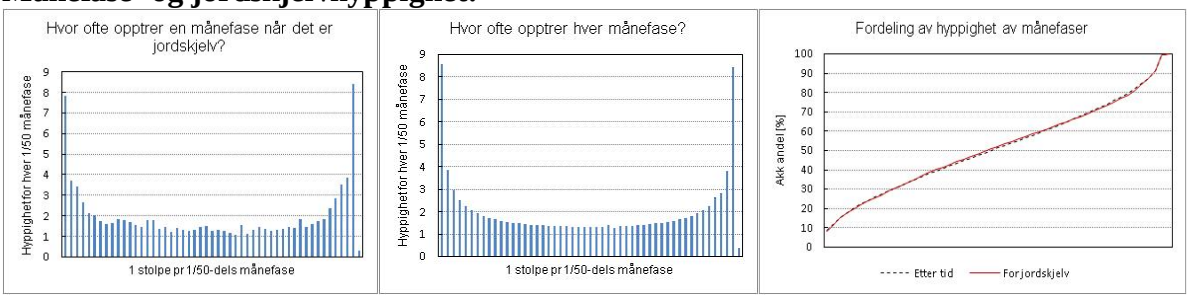
For å se hvordan de ulike parametrene månefase, avstand til solen og avstand til månen korrelerer med jordskjelvhyppigheten, har vi delt opp hver parameter i 50 grupper med like stort intervall. For månefase vil intervallstørrelsen være (maksimum – minimum)/50 = (1-0)/50 = 0,02. Deretter lager vi et stolpediagram som viser hvor ofte parameteren vi måler opptrer hvert intervall, og et som viser hvor stor andel av jordskjelvene som opptrer i hvert intervall. Til slutt sammen-

ligner vi dem i samme linjediagram, hvor y-verdien angir hvor stor andel som har f. eks. månefase mindre enn eller lik det intervallet x-verdien angir. Alle diagrammene har hyppighet [%] som benevning på y-aksen.

Av figur 11-19 kan vi for alle de tre parametrene se at det praktisk talt ikke er noen forskjell mellom hyppighet av jordskjelv innen hvert intervall og hvor ofte parameterens verdi havner i det tilsvarende intervallet. Det vil altså si at jordskjelvhyppigheten er jevnt fordelt over tid, og varierer ikke i tråd med våre antakelser om "stor tidevannskraft fører til større sannsynlighet for jordskjelv". Dersom antakelsene skulle ha stemt, burde diagrammene for avstand til måne og sol ha vist en vesentlig større hyppighet av jordskjelv i de første intervallene, sett i forhold til hvor ofte de avstandene opptrer.

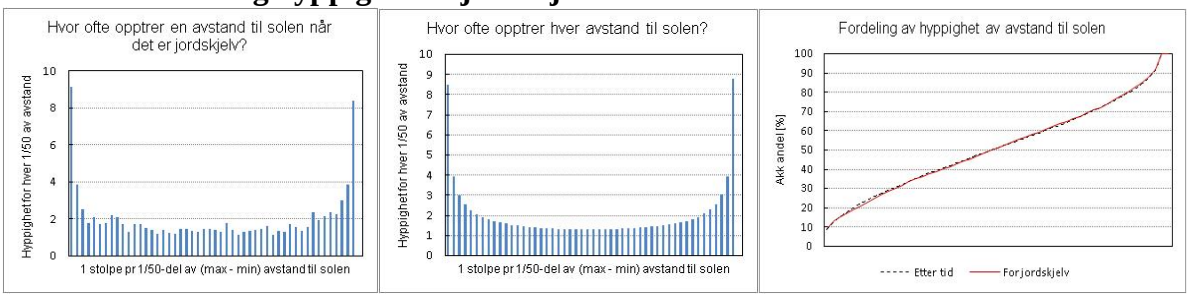
Intervallene for avstand til månen og solen er basert på maksimums- og minimumsavstand i perioden 1. januar 1973 til 12. mai 2008, som er den perioden vi har jordskjelvdata for.

Månefase- og jordskjelvhyppighet:



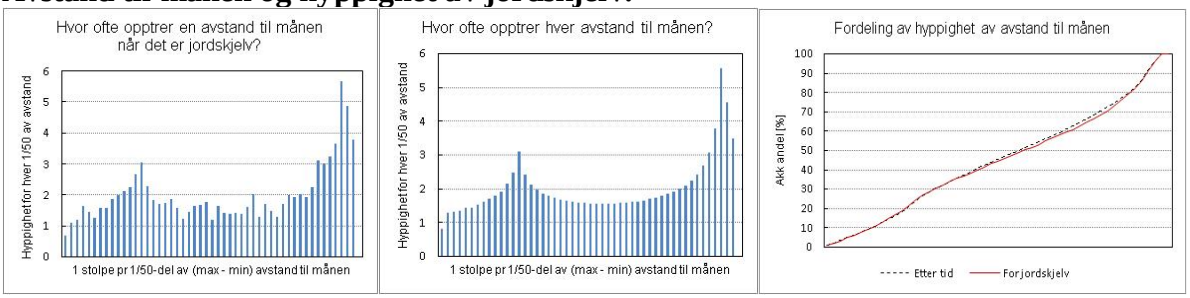
Figur 11, 12, og 13: Hyppighet av månefase ved jordskjelv og over tid. Intervallstørrelse for månefase = 0,02.

Avstand til solen og hyppighet av jordskjelv:



Figur 14, 15 og 16: Hyppighet av avstand til solen ved jordskjelv og over tid. Intervallstørrelse = (152.104.921 km – 147.087.812 km) / 50 = ca. 100.342 km.

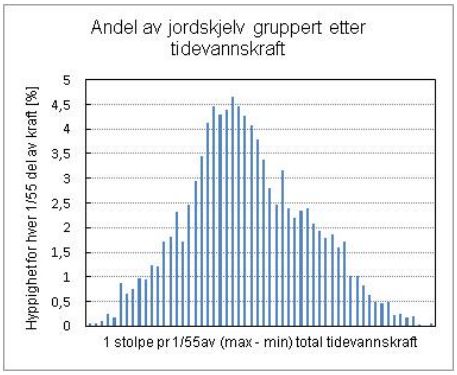
Avstand til månen og hyppighet av jordskjelv:



Figur 17, 18 og 19: Hyppighet av avstand til månen ved jordskjelv og over tid. Intervallstørrelsen er nå (406.711 km – 356.517 km) / 50 = ca. 1.004 km.

En interessant sak her er at variasjonen i perigeums- og apogeumsavstand gjør seg gjeldende i fordelingen over hvor hyppig en gitt avstand til månen opptrer. Den første toppen er forårsaket av variasjon i perigeumsavstand og den andre av variasjonen i apogeumsavstand.

Er det noen sammenheng mellom tidevannskraften og hyppighet av jordskjelv?
For tidevannskraften er det noe verre å gjøre samme analyse, for da må man beregne tidevannskraften hver halve time på alle posisjonene for jordskjelvene vi har med i analysen fra 1. januar 1973 til 12. mai 2008. Det har vi ikke gjort. Men, vi har beregnet tidevannskraften i hvert enkelt skjelvs posisjon når skjelvet inntraff. Slik fordeler andelen av jordskjelvene seg når man grupperer tidevannskraften i 55 like store intervaller:



Figur 20: Andel av jordskjelv gruppert etter tidevannskraft.

Hypotesen vår var at jo sterkere tidevannskraften er, jo større risiko er det for jordskjelv. Det stemmer ikke. Det er vel heller slik at risikoen for jordskjelv er normalfordelt sett i forhold til tidevannskraften. Det vil si: den er nok jevnt fordelt over tid, og i og med at de midterste intervallene opptrer hyppigst.

Epilog

Ble leseren skuffet nå? Antakeligvis ikke like skuffet som forfatterne da kurvene og svarene begynte å tre frem. Det må også sies at det å forkaste hypotesen også er et resultat. På medlemsmøtet i desember 2008 var det fremdeles mange som mente at vi burde lete etter andre sammenhenger, og iveren etter å diskutere var stor, teoriene mange og vel verdt en nærmere studie. Når vi nå nærmer oss deadline for artikkelen må vi dog sette stopp for skrivingen og konkludere noe, men databasen og programmet er her fremdeles og viljen til å lete mer er der også.

Det er slik at det er vanskelig å si noe skråsikkert, og antallet mulige sammenhenger er mange. Årsakene til jordskjelv er mange, og for å finne mulige sammenhenger mellom tidevannskreftene og hyppigheten av jordskjelv krever det nok ganske omfattende bearbeiding av tallmaterialet i form av gruppering av skjelv (for-, hoved- og etterskjelv), type forkastning / skjelvsone samt dybde. Og da er man inne på en arbeidsmengde som er en hovedoppgave verdig.

Arbeidet med å finne svarene vi har kommet fram til har også vært interessant, lærerikt og en bra oppfriskning av gamle fysikk- og matematikkunnskaper fra både videregående skole og høgskole. Krysningspunktet mellom flere fagfelt er også spennende, i dette tilfellet geologi og astronomi. En stor takk rettes til Jan Myrheim for nyttige notater og Tom Reidar Henriksen for å ha vært en svært nyttig samtalepartner i dette arbeidet.

Formelverket og de matematiske beregningene som ligger til grunn for dette arbeidet skal vi selvfølgelig være åpne om. Gjennomgang av disse beregningene er av størrelse en hel artikkel for seg selv og er derfor utelatt fra denne artikkelen. Det er vel strengt tatt konklusjonene som er det interessante for leseren.

Kilder

http://www.forskning.no/Artikler/2006/mars/1142517440.18
Notat om tidevannskrefter: Mottatt fra Jan Myrheim
Skymap Pro's efemeride
http://cseligman.com/text/moons/moonquakes.htm : Tidevannskrefter på månen og strekk i månen.
http://science.nasa.gov/headlines/y2006/15mar_moonquakes.htm

Blinkskudd

Bilde av Månen tatt av tidligere TAF-medlem Øyvind Kristiansen 9. desember i fjor. Bildet viser krateret Schickard og ble tatt med kompaktkamera (med 3x optisk zoom og selvutløser) montert bak okularet til en 90mm f/10 Orion refraktor med 25 mm okular (dvs. 36x forstørrelse).

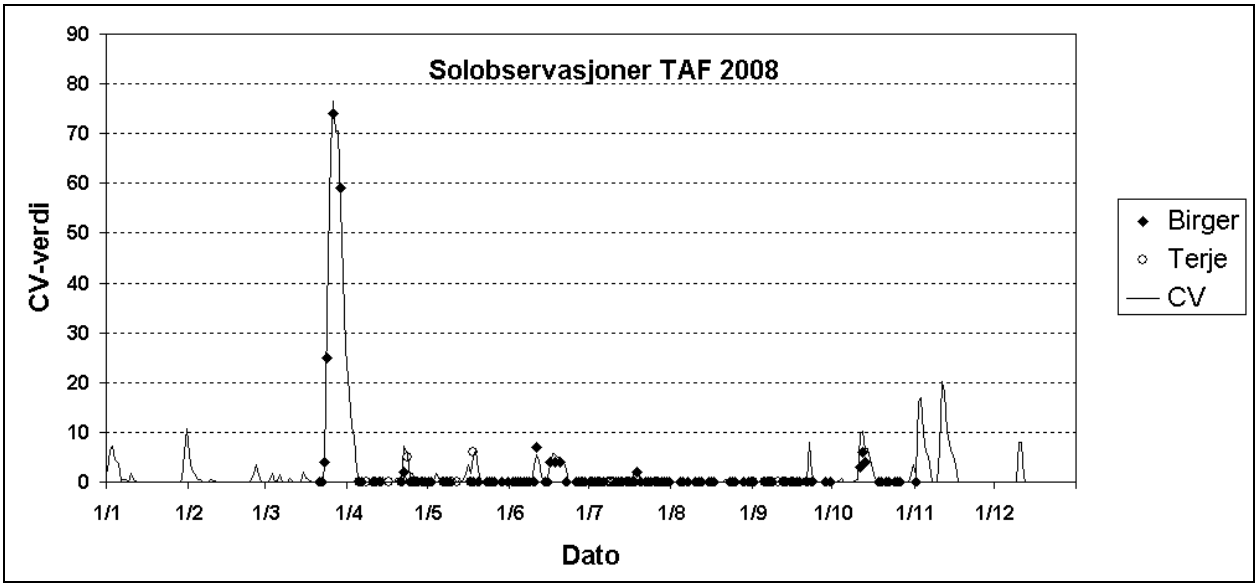
Bilder tatt av Stein Wasbø som viser endringer i Venus størrelse og fase fra 31. januar til 2. mars 2009. I det første bildet er avstanden 84 mill. km og fasen 41%, mens i det andre er avstanden 54. mill. km og fasen kun 17.5%. 28. mars passerer den hele 8 grader over sola med en fase på 1 %. Da vil Venus være ca. 42 mill km unna oss (se også s. 29). Bildene er tatt med Philips Tou 740k WebCam gjennom en 80mm Skywatcher Short tube ved f/880mm. Stacking av 1000 "frames" i K3CCDTools.

Observasjoner av Sola i 2008

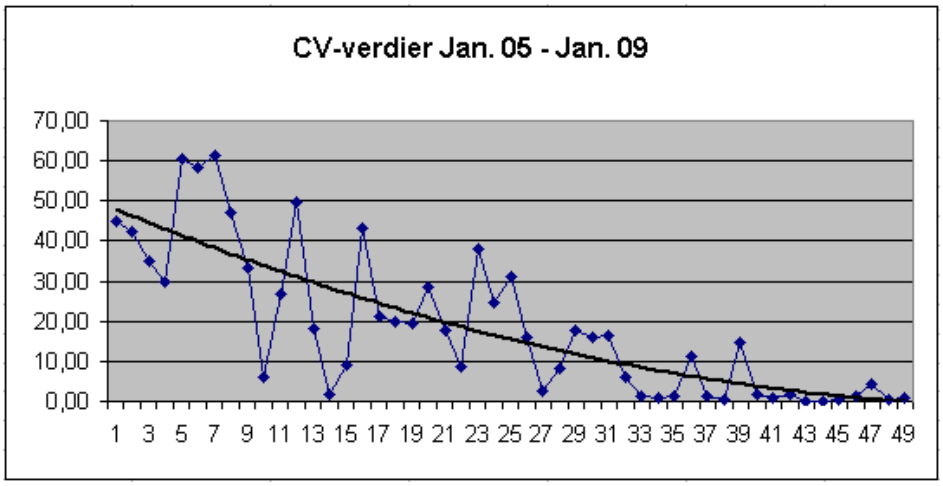
Av Birger Andresen

Birger Andresen (114 observasjoner) og Terje Bjerkgård (38 obs.) har til sammen gjort 152 observasjoner av solflekker i 2008. Disse er rapportert til den internasjonale solgruppa Helios Nettverk ved Kjell Inge Malde. Observasjonene er gjort med teleskop med **SIKRE** filtre foran objektivet. **HUSK AT DU ALDRI MÅ SE PÅ SOLA UTEN TILSTREKKELIG BESKYTTELSE!**

Solflekkene er klassifisert med Maldes CV-system som ble grundig beskrevet i Corona 2/2000. Kort fortalt klassifiseres solflekkene og gruppene av flekker i dette systemet etter tre parametre: 1) En gruppes totale utstrekning, 2) Hovedflekkens størrelse og utseende og 3) Fordelingen av flekker innad i hver gruppe. Utfra dette får hver gruppe en kode bestående av tre bokstaver som har en bestemt tallverdi kalt CV-verdien. Desto høyere tallverdi, jo større aktivitet er det i gruppen. Verdiene for alle gruppene legges så sammen til et mål for solaktiviteten den aktuelle dagen.



Kurven viser CV-verdiene for hele året. Heltrukken linje er gjennomsnittlig CV-verdi for alle observatørene i Helios Nettverk (ca. 100 personer fra hele verden). *De åpne sirklene er Terjes observasjoner og de fylte rutene er Birgers observasjoner.* Det er god overensstemmelse mellom våre observasjoner og gjennomsnittskurven.

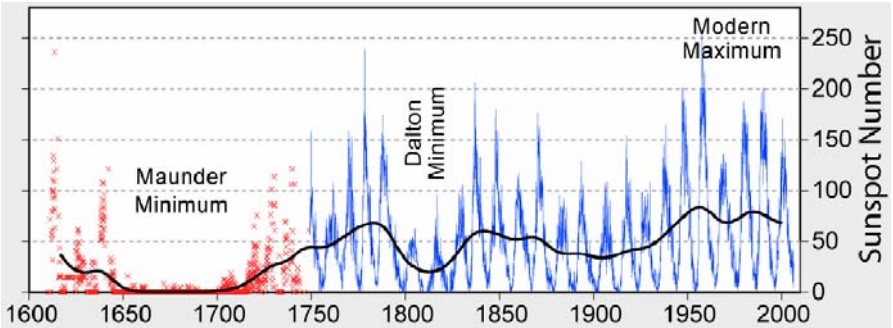


Månedlig solaktivitet (CV-verdier) Jan 2005 - Jan.2009 i følge Helios Network. Sola er inne i et meget langvarig minimum med uvanlig lav aktivitet mellom to solsykluser.

For to-tre år siden spådde flere solforskere at neste syklus skulle bli en av de kraftigste siden starten av seriøse solobservasjoner på syttenhundre tallet. 2008 endte derimot opp på 4. plass på listen over år siden 1849 med flest dager *uten* solflekker.

De 25 årene med flest dager uten solflekker siden 1849. Både 2007 (19. plass) og 2008 (4. plass) har kommet inn på lista. Kilde: http://users.telenet.be/j.janssens/Spotless/Spotless.html#Year

Den nye syklusen har ennå ikke vist annet enn noen få sporadiske, svake flekker selv om mange vel ansette eksperter spådde at minimum skulle inntreffe i mars 2008. Overraskelsen er så stor at NASA har sluttet å spå tidspunktet for minimum og styrken av den kommende syklusen. Enkelte snakker til og med om at vi er på vei inn i en periode som ligner på det berømte Maunder minimum da man nesten ikke hadde solflekker i en ca. 50 års periode rundt år 1700.



Solflekkaktiviten de siste 400 år. Årene fra 1650-1710 hadde svært få soflekker, og kalles Maunder-minimum.

På tross av laber aktivitet, oppfordres det til å følge med på solaktiviteten. Alt fra 50 gangers forstørrelse og oppover duger til CV-klassifisering, mens du kan bruke alt fra prismekikkerter og oppover (**MED** trygt solfilter) til observasjoner av Sola for moro skyld. Mer om Sola og solobservasjoner på internettsidene våre på http://www.taf-astro.no/arkiv/artikler/solsystem/solen/solen.htm

Observasjoner av variable stjerner i 2008

Av Birger Andresen

Birger Andresen (358 obs. av 113 ulike stjerner), Terje Bjerkgård (172 observasjoner av 13 ulike stjerner) og Tom Reidar Henriksen (7 observasjoner av 7 ulike stjerner) bidro med til sammen 537 vitenskapelig nyttige observasjoner av i alt 117 ulike variable stjerner i 2008. Dette er en hyggelig oppgang fra det dårlige året 2007 med kun 172 observasjoner av ialt 40 ulike variable stjerner. Det er dog betydelig lavere enn rekordåret 2004 med 1071observasjoner av 86 ulike variable stjerner. Programmet består hovedsakelig av Mira-stjerner, dvergnovaer samt noen semi-regulære stjerner, kefeider og R CrB stjerner. Høydepunktene var de tre novaene V2468 Cyg, V458 Vul og V459 Vul. Observasjonene av variable stjerner rapporteres til VSNET i Japan via Variable Stjernegruppen i NAS og direkte til American Association of Variable Star Observers.

```
-----------------------------------------------------------------
Observatør             : Terje Bjerkgård (TAF)
Antall observerte stj. : 13
Antall observasjoner   : 172
-----------------------------------------------------------------
            Antall                Antall                Antall
Stj.     Obs. (V<Lm)  Stj.     Obs. (V<Lm)  Stj.     Obs. (V<Lm)
-----------------------------------------------------------------
V Cas      5   (0)    T Cep    19   (0)    AF Cyg    22   (0)
CH Cyg    25   (0)    R Cyg    12   (0)    SS Cyg    10   (0)
T Lyr      2   (0)    S Per     4   (0)    R Tri      6   (0)
RY UMa    19   (0)    S UMa    16   (0)    Z UMa     26   (0)
V459 Vul   6   (0)
-----------------------------------------------------------------
```

Dvergnovaer (UGSS): SS Cyg. **1 stjerne.**
Mira-stjerner (M): V Cas, T Cep, R Cyg, S Per, R Tri, S UMa. **6 stjerner.**
Semiregulære stjerner (SRB): AF Cyg, RY UMa, Z UMa. **3 stjerner.**
Z Andromedae stjerner : CH Cyg. **1 stjerne.**
LB stjerner: T Lyr. **1 stjerne.**
Novaer (N): V459 Vul. **1 stjerne.**

```
-----------------------------------------------------------------
Observatør             : Tom Reidar Henriksen (TAF)
Antall observerte stj. : 7
Antall observasjoner   : 7
-----------------------------------------------------------------
            Antall                Antall                Antall
Stj.     Obs. (V<Lm)  Stj.     Obs. (V<Lm)  Stj.     Obs. (V<Lm)
-----------------------------------------------------------------
RX And     1   (0)    V Cas      1   (0)    X CrB      1   (0)
R Cyg      1   (0)    SS Cyg     1   (0)    WZ Dra     1   (0)
X Dra      1   (0)
-----------------------------------------------------------------
```

Dvergnovaer (UGSS, UGZ): RX And, SS Cyg. **2 stjerner.**
Mira-stjerner (M): V Cas, X CrB, R Cyg, X Dra. **4 stjerner.**
Semiregulære stjerner (SRA): WZ Dra. **1 stjerne.**

```
-----------------------------------------------------------------
Observatør              : Birger Andresen (TAF)
Antall observerte stj.  : 113
Antall observasjoner    : 358 (hvorav 117 stk er av typen V < Lm,
                          dvs. den variable stjerne ble ikke sett).
-----------------------------------------------------------------
            Antall                Antall                Antall
Stj.     Obs. (V<Lm)  Stj.     Obs. (V<Lm)  Stj.     Obs. (V<Lm)
-----------------------------------------------------------------
AR And     5    (4)    DX And     1    (1)    FN And     3    (3)
FO And     2    (2)    IW And     5    (2)    LX And     5    (2)
R And      2    (1)    RX And     7    (0)    RV And     2    (0)
SV And     1    (0)    Z And      1    (0)    ES Aql     6    (0)
R Aql      1    (0)    FS Aur     1    (0)    GO Aur     2    (0)
RT Aur     1    (0)    SS Aur    10    (8)    AF Cam     1    (1)
Z Cam      3    (0)    AM Cas     5    (3)    HT Cas     2    (2)
KU Cas     2    (2)    R Cas      1    (0)    UV Cas     1    (0)
V Cas      1    (0)    AT Cnc     1    (0)    Delta Cep  7    (0)
Mu Cep     4    (0)    T Cep      1    (0)    R CrB     15    (7)
S CrB      1    (0)    X CrB      1    (0)    AF Cyg     1    (0)
AU Cyg     1    (0)    AW Cyg     1    (0)    EM Cyg     5    (0)
CH Cyg     1    (0)    Chi Cyg    3    (0)    CI Cyg     1    (0)
R Cyg      4    (0)    RT Cyg     3    (0)    SS Cyg    20    (0)
TU Cyg     1    (0)    V503 Cyg   4    (4)    V516 Cyg   5    (2)
V811 Cyg   2    (2)    V930 Cyg   2    (0)    V1113 Cyg  2    (1)
V1251 Cyg  4    (0)    V1504 Cyg  4    (3)    V2468 Cyg  2    (0)
AB Dra     9    (2)    EX Dra     8    (3)    W Dra      1    (0)
WZ Dra     3    (0)    X Dra      2    (0)    IR Gem     2    (0)
U Gem      2    (2)    W Gem      2    (0)    AH Her     5    (0)
AZ Her     3    (3)    V844 Her   2    (2)    R Leo      1    (0)
R LMi      1    (0)    AY Lyr    13   (10)    CY Lyr     8    (6)
DM Lyr     2    (2)    LL Lyr     2    (2)    MV Lyr     2    (2)
TW Lyr     4    (0)    Y Lyn      1    (0)    U Ori      2    (0)
V1159 Ori  1    (1)    AG Peg     1    (0)    HX Peg     1    (0)
IP Peg     1    (0)    RU Peg     2    (0)    T Peg      1    (0)
V Peg      1    (1)    AW Per     1    (0)    DY Per    10    (0)
FO Per     5    (3)    GK Per     2    (0)    KT Per     6    (1)
PY Per     3    (2)    R Per      3    (0)    RZ Per     1    (0)
TZ Per     8    (1)    UV Per     4    (4)    X Per      1    (0)
R Sge      1    (0)    SV Sge     5    (0)    CQ Tau     1    (0)
RV Tau     1    (0)    SU Tau     4    (0)    Y Tau      1    (0)
R Tri      1    (0)    BC UMa     3    (3)    BZ UMa     2    (2)
CH UMa     4    (3)    CY UMa     2    (2)    ER UMa     4    (1)
IY UMa     3    (3)    KS UMa     3    (3)    MR UMa     1    (1)
S UMa      2    (0)    SU UMa     4    (0)    SW UMa     1    (1)
T UMi      2    (0)    Z UMi     11    (0)    QZ Vir     1    (0)
V458 Vul   1    (0)    V459 Vul   6    (1)
-----------------------------------------------------------------
```

Dvergnovaer (UGSU, UGSS, UGZ, UGSS/VY): AR And, DX And, FN And, FO And, IW And, LX And, RX And, FS Aur, SS Aur, AF Cam, Z Cam, AM Cas, HT Cas, KU Cas, AT Cnc, EM Cyg, SS Cyg, V503 Cyg, V516 Cyg, V811 Cyg, V1113 Cyg, V1251 Cyg, V1504 Cyg, AB Dra, EX Dra, IR Gem, U Gem, AH Her, V844 Her, AY Lyr, CY Lyr, DM Lyr, LL Lyr, IP Peg, RU Peg, T Peg, V Peg, FO Per, KT Per, PY Per, TZ Per, UV Per, BC UMa, BZ UMa, CH UMa, CY UMa, ER UMa, IY UMa, KS UMa, MR UMa, SU UMa, SW Uma, QZ Vir. **53 stjerner.**

Mira-stjerner (M): R And, SV And, R Aql, GO Aur, R Cas, V Cas, T Cep, S CrB, X CrB, AU Cyg, Chi Cyg, R Cyg, RT Cyg, TU Cyg, W Dra, X Dra, AZ Her, R Leo, R LMi, TW Lyr, U Ori, R Per, RZ Per, R Tri, S UMa, T UMi. **26 stjerner.**

Cepheider (DCEP, CEP(B)): RT Aur, Delta Cep, W Gem, AW Per. **4 stjerner.**

Semiregulære stjerner (SRA, SRB, SRC og SRD): RV And, Mu Cep, AF Cyg, AW Cyg, WZ Dra, Y Lyn, Y Tau. **7 stjerner.**

R Coronae Borealis stjerner (RCB): ES Aql, R CrB, UV Cas, DY Per, SV Sge, SU Tau, Z UMi. **7 stjerner.**

RV-Tau stjerner (RVA, RVB): RV Tau, R Sge. **2 stjerner.**

Z Andromedae stjerner : Z And, CI Cyg, CH Cyg. **3 stjerner.**

Gjentagende novaer (NR) : GK Per. **1 stjerne.**

Novaer (N): V2468 Cyg, V458 Vul, V459 Vul. **3 stjerner.**

Andre typer : V930 Cyg (LB type), MV Lyr (NL/VY type), V1159 Ori (INS type), AG Peg (NC type), HX Peg (NL type), X Per (GCAS+XP type), CQ Tau (INSA type). **7 stjerner.**

Beskrivelse av ulike typer variable stjerner som er observert.

Det henvises til Corona nr. 2/2006 eller http://www.aavso.org/vstar/types.shtml for beskrivelse av de ulike typer variable stjerner som er observert.

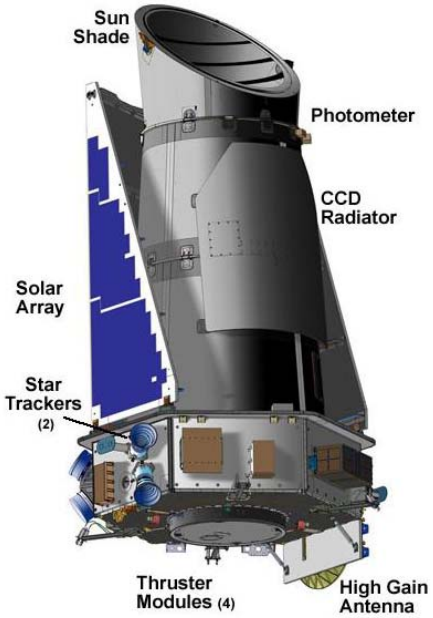
Nyheter

Kepler på plass i verdensrommet

Kilde: NASAs hjemmesider.

Det amerikanske Keplerteleskopet ble skutt ut i verdensrommet fra Cape Canaveral-basen i Florida 6. mars.

Keplerteleskopet er designet for å kunne finne planeter på størrelse med Jorden der avstanden fra deres stjerne ikke er større enn at vann fortsatt er flytende på planetenes overflate. Man går ut fra at flytende vann er avgjørende for utvikling av liv.



NASAs oppskytning av Delta II-raketten som brakte teleskopet ut i verdensrommet gikk helt etter planen, og etter bare litt over en times ferd ble teleskopet frigjort fra raketten. Teleskopet skal gå i en solsentrert bane 1529 kilometer bak Jorden. Kepler vil generere sin egen strøm vha solcellepaneler.

”Kepler er nå i en perfekt posisjon for å undersøke mer enn 100.000 stjerner etter spor av planeter”, sa William Borucki, keplerprogrammets hovedforsker ved NASAs Ames Research Center. Borucki har jobbet med programmet i over 17 år. ”Vi er på nippet til å få vite om andre Jordliknende planter er allestedsnærværende i universet.”

Keplerteleskopet skal fokusere på det samme punktet i verdensrommet i tre og et halvt år, og forskerne regner med at rundt 100.000 stjerner vil passere i teleskopets synsfelt før oppdraget er over. Teleskopet vil bruke ”transittmetoden” for å detektere planeter, og dette går ut på å måle endringer i lysstyrke når planetene skygger for sine stjerner.

Ingeniørene har allerede begynt å sjekke at Kepler virker skikkelig etter oppskytningen, og om 60 dager vil NASA sende en kommando som får teleskopet til å kaste av seg støvbeskyttelsen og gjøre de første målinger. Etter nok en måned med kalibrering av Keplers eneste instrument, et bredfelts CCD-kamera, vil teleskopet begynne å lete etter planeter.

Man antar at de første planetene som kommer ut av Keplers ”samlebånd” er varme, Jupiter-aktige gassplaneter som sirkler nært og fort rundt sine stjerner. Hubble- og Spitzer-teleskopene vil så kunne følge opp observasjonene og undersøke disse planetenes atmosfærer.

Sannsynligvis vil de neste planetene som oppdages være på størrelse med Neptun og deretter regner man med å finne mineralrike planeter på Jordens størrelse. Programmet regner med at det vil ta tre år å finne og bekrefte funn av disse. Bakkebaserte teleskoper vil bidra til programmet ved å verifisere funn.

Når programmet er over vil Kepler kunne gi oss en oversikt over hvor mange planeter på størrelse med Jorden det finnes i vår galakse og hvor mange av dem som teoretisk sett kan være beboelige.

”Selv om vi ikke finner planeter som Jorden, vil det også være av verdi. Da vet vi at vi er alene i galaksen”, sier Borucki.

Eivind Wahl

Mørk materie har hukommelse

Kilde: forskning.no.

80 prosent av universet består av såkalt mørk materie som forskerne ikke vet hva er. Danske kosmologer avslører en unik egenskap ved mørk materie.

Det utgjør 80 prosent av den samlede massen i universet og er usynlig for det blotte øyet. Hva er det? Astronomene vet fremdeles ikke og kaller det derfor konsekvent for ”mørk materie”.

Danske kosmologer har gjennom omfattende studier av i alt 16 galaksehoper avslørt en helt unik egenskap ved det mørke stoffet, som en gang for alle slår fast at det er noe helt for seg selv. Det kan ikke bestå av vanlige, velkjente partikler.

”Som de første i verden har vi målt en bestemt egenskap ved mørk materie som viser at den oppfører seg fundamentalt annerledes enn vanlig materie. Det viser at mørk materie må bestå av en hittil ukjent type partikler”, sier doktorgradstudent i kosmologi Ole Høst ved Københavns Universitet.

En galaksehop består av myriader av galakser som beveger seg rundt samme sentrum. Alle partiklene i hopen vil følge en slik rotasjon og flytte seg til den andre siden av galaksehopens sentrum i løpet av omkring 100 millioner år.

Vanlige partikler er karakterisert av at de støter inn i hverandre hvis avstanden mellom dem blir tilstrekkelig liten. Sammenstøtene slår de enkelte partiklene ut av kurs, slik at de ikke lengre kan «huske» hvor de kommer fra og hvor de var på vei hen.

Kosmologenes studier av galaksehopene viser at denne oppførselen ikke gjelder for mørk materie. Tvert imot er den mørke materien tilsynelatende det man kaller for kollisjonsløs, det vil si at partiklene ikke støter inn i hverandre.

Kosmologene har lenge hatt en mistanke om dette, og derfor har de laget datasimuleringer av hvordan partikler med denne egenskapen vil oppføre seg i gravitasjonsfeltet fra en galaksehop og deretter har de sammenlignet simuleringene med observasjoner av hvordan den mørke materien faktisk fordeler seg i galaksehopene. Sammenligningen viste med all tydelighet at den mørke materiens partikler ikke støter sammen, men beveger seg helt uavhengig av hverandre.

”Den mørke materiens partikler ser ut til å følge den samme banen rundt i galaksen som den hele tiden har gjort og enser ikke de andre partiklene”, forteller Steen H. Hansen.

”Møter de andre partikler på sin vei, så suser de rett gjennom dem. Partiklene i det mørke stoffet støter altså ikke inn i hverandre. De fortsetter å ”huske” hva som er opp og ned og hvor galaksehopens sentrum ligger”, forteller Hansen og gir seg deretter i kast med å visualisere poenget:

”Forestill deg at du spiller billiard og skyter en kule mot en annen kule som ligger midt på billiardbordet”, sier han. ”Sjansen for å treffe den andre kula er ganske stor, selv om du kanskje ikke er verdens beste billiardspiller. Men sannsynligheten for å treffe kula faller markant hvis begge kulene er mikroskopisk små. Jo mindre kulene er, jo mer sannsynlig er det at du ikke treffer og til slutt er sjansen for å treffe stort sett lik null.”

Partiklene i mørk materie oppfører seg nettopp som mikroskopiske billiardkuler. Vanlig partikler er derimot langt større og har derfor også lettere for å treffe andre partikler i nærheten.

Etter 100.000 år vil vanlige partikler derfor ha kollidert så mange ganger at de har glemt sin opprinnelige bane. Partikler i mørk materie kolliderer derimot ikke, selv om det har gått flere milliarder år. Den mørke

materien oppfører seg altså annerledes enn vanlig materie, og derfor må det også bestå av en annen type partikler.

”Vanlige partikler oppfører seg ordentlig i forhold til det man forventer ut fra de ligningene vi har, men det gjør ikke de partiklene som utgjør den mørke materien. De har en helt annen atferd, og derfor må vi utvide de eksisterende partikkelteoriene slik at det blir plass til de nye partiklene”, sier han.

Den nye oppdagelsen forteller altså noe nytt om hva mørk materie er − eller rettere sagt, hva det ikke er. Forskernes store problem har hittil vært at de har hatt et hav av mulige partikkelkandidater å velge imellom, men ikke tilstrekkelig kunnskap om mørk materie til å kunne velge blant dem.

Nå har derimot kosmologene slått grundig fast at partiklene i mørk materie ikke «snakker» med andre partikler, og det gjør sorteringsarbeidet betydelig lettere. Nå kan de en gang for alle fjerne samtlige av de partikkelkandidatene som utgjør vanlig materie.

Teoretisk sett ville det være en mulighet for at det mørke stoffet besto av en hittil ukjent partikkel som stort sett oppfører seg som vanlige partikler.

Partiklene i mørk materie kunne for eksempel ha vært en del av en skyggeverden, det såkalte ”mirror matter”, som reagerer som vanlige partikler, bare med masser og vekselvirkninger som er en faktor 1−100 ganger annerledes. Siden de danske kosmologene nå har vist at den mørke materien virkelig oppfører seg annerledes enn vanlige partikler, kan de utelukke denne muligheten sammen med mange andre.

”I virkeligheten er målingen vår betryggende, for de fleste observasjonene har indikert at den mørke materien oppfører seg som ’kollisjonløs kald mørk materie’ og vi har nå bekreftet ved en faktisk måling at den mørke materien faktisk er kollisjonsløs”, sier Hansen.

Han legger ikke skjul på at de beste kandidatene til den mørke materien nå er det forskerne kaller en ”steril nøytrino” eller en spesiell type ”supersymmetrisk partikkel”.

Ingen av disse partiklene er funnet ennå, men i Hansens forskergruppe leter kosmologene akkurat nå etter signaler fra en steril nøytrino, og ved den store partikkelakseleratoren i Cern, LHC, innleder fysikerne jakten på supersymmetriske partikler til høsten.

”Hvis partikkelfysikerne på Cern finner de supersymmetriske partiklene, er det svært stor sannsynlighet for at det er disse partiklene som utgjør den mørke materien”, avslutter Steen H. Hansen.

Eivind Wahl

Tele Vue Sky-Watcher Meade

Vi lagerfører flere modeller fra Tele Vue, et høyt antall fra Sky-Watcher
og et meget rikholdig okular- og tilbehørutvalg fra begge.
Meade leveres på bestilling.
200 modeller prismekikkerter og spottingscopes på lager!
Rabatt til medlemmer i Trondheim Astronomiske Forening.

KIKKERT SPESIALISTEN AS

Egganv. 10 • 7081 Sjetnemarka • Trondheim • 72884800 • www.kikkertspesialisten.no

Om tid og rom i fysikken – del 1.

Av Jan Myrheim

Dette er første artikkel i en serie om Einsteins relativitetsteorier. I denne artikkelen ser vi nærmere på hvordan tid og lengde defineres. Tiden måles i sekunder og lengde måles i meter. Disse enhetene er nødvendige for å kunne forstå begrepene tid og rom i fysikken.

Innledning

Fysikken opplevde to store omveltninger tidlig i det 20. århundret som snudde opp ned på mange tilvante forestillinger, nemlig relativitetsteorien og kvanteteorien. Disse to teoriene forenes i kvantefeltteorien, som beskriver materie, på den ene siden, og vekselvirkninger, på den andre siden.

Alle kjente former for materie består av elektroner og andre partikler som alle beskrives av Dirac-ligningen, den viktigste ligningen i relativistisk kvantemekanikk. Mellom disse partiklene virker fire forskjellige slags krefter, som hver formidles av sin egen type felt. Det elektromagnetiske feltet beskrives av Maxwells ligninger. De såkalte svake og sterke vekselvirkningene formidles av andre felt, og ligningene for dem er generaliseringer av Maxwells ligninger. Endelig har vi gravitasjonsfeltet, eller på norsk tyngdefeltet, som beskrives av Einsteins gravitasjonsligning.

Kvantefeltteorien er ufullstendig, fordi den er i stand til å beskrive alle andre vekselvirkningsfelt, men ikke gravitasjonsfeltet. Foreningen av relativitetsteorien og kvanteteorien er ikke fullført før det siste store problemet er løst, nemlig å "kvantisere gravitasjonsfeltet", som det heter. Dette problemet har vist seg å være en hard nøtt å knekke, og i starten av det 21. århundret vil trolig de fleste fysikere fremdeles regne det som den største utfordringen i fysikken.

De nye og revolusjonerende teoriene oppsto for nesten hundre år siden fordi det fantes eksperimentelle resultater som ikke lot seg forklare ved hjelp av de tidligere teoriene. Det betyr ikke at de teoriene som eksisterte før relativitetsteorien og kvanteteorien, er gale, men heller at de er ufullstendige. De er fremdeles gyldige innenfor sitt avgrensete område. Relativitetsteorien trenger en for å beskrive det som skjer når hastigheten blir stor, det vil si når den nærmer seg lyshastigheten, som er den maksimale hastigheten som naturlovene tillater. Kvanteteorien trenger en mest for å beskrive små ting, som atomer, molekyler og partikler som er enda mindre enn atomene.

Her tar vi for oss relativitetsteorien og det den har å si om begrepene tid og rom. Det finnes to relativitetsteorier, den spesielle og den generelle, og som navnene sier, er den generelle teorien en utvidelse av den spesielle. Den spesielle relativitetsteorien forklarer hvordan det henger sammen at lyshastigheten som måles i et eksperiment, alltid er den samme, uansett hvordan lyskilden og den som ser lyset, beveger seg i forhold til hverandre eller i forhold til omgivelsene. Den generelle relativitetsteorien er en gravitasjonsteori, det vil si en teori for tyngdekraften som virker mellom alle masser i Universet.

Navnet relativitetsteori kommer av at visse begreper er relative i følge denne teorien, dvs. at forskjellige observatører vil ha forskjellig oppfatning om dem. Det gjelder f.eks. bevegelse: det har ingen mening å snakke om at en ting er i ro eller beveger seg, uten å presisere at den er i ro eller beveger seg i forhold til noe annet. En mer revolusjonerende erkjennelse er at samtidighet er et relativt begrep når det er snakk om begivenheter som ikke skjer på samme sted i rommet. Det betyr at selve begrepene tid og rom blir relative, i den forstand at de blandes sammen når to observatører sammenligner sine observasjoner. Likevel kan navnet være misvisende, fordi mange begreper er absolutte, også i relativitetsteorien, slik at alle observatører er enige om dem. Det gjelder lyshastigheten i vakuum, som er en universalkonstant, og det gjelder fortid og framtid. Vi kan påvirke vår egen framtid, i hvert fall vil vi gjerne tro det, men fortiden kan vi ikke gjøre noe med. Til gjengjeld husker vi fortiden, men ikke framtiden.

Den generelle relativitetsteorien har en enestående posisjon i fysikken, og fortjener (etter min mening) å regnes med blant de største kunstverkene gjennom alle tider. Den har en indre logikk som gjør at den står fram nærmest som den eneste mulige gravitasjonsteorien. Den ble satt fram i 1915 som en utvidelse av Newtons gravitasjonsteori, praktisk talt uten eksperimentelt grunnlag utover de observasjonene og eksperimentene som Newtons teori kan forklare like godt. Desto mer bemerkelsesverdig er det at den har bestått alle de prøvene den er blitt satt på, først og fremst gjennom nye eksperimentelle resultater i de siste 20 – 30 årene. På den andre siden er det fremdeles slik at Newtons gravitasjonsteori er korrekt, så langt den gjelder, noe som faktisk er ganske langt. At Newtons teori gjelder for gravitasjonsfelt som ikke er alt for sterke, er en konsekvens av Einsteins teori. Steven Weinberg sier om forholdet mellom de to teoriene, at det blir galt når noen sier at "Einstein viste at Newton tok feil". Tvert imot, det er mer korrekt å si at "Einstein viste at Newton hadde rett".

Tid og klokker

Å definere tid er ikke enkelt, men her trenger vi ikke noen dypere definisjon enn at tid er en størrelse som vi måler med klokker. I samme ånd kan vi definere rom eller avstand, som det vi måler med meterstav.

Et viktig aspekt ved tiden er at den har en retning, at forskjellen mellom fortid og framtid er ganske vesentlig, i hvert fall i dagliglivet. Tidsretningen gir seg til kjenne på mange måter. Samme hvor godt vi husker fortiden, så kan vi ikke huske framtiden, og dette er jo eksistensgrunnlaget for Norsk Tipping! En film som kjøres baklengs, ser komisk ut, fordi visse fysiske lover gjør forskjell på fortid og framtid. Et tredje eksempel på tidsretningen er den observasjonen at Universet utvider seg, slik at avstanden mellom galaksene øker. Vi vil nå ikke gå nærmere inn på dette med at tiden har retning, vi nøyer oss med å se på hvordan tiden kan måles, og hvordan tiden, slik vi måler den, influeres av bevegelse og av tyngdefelt.

Det var visstnok babylonerne som for flere tusen år siden delte døgnet inn i 24 timer, og siden de hadde et tallsystem med 60 som grunntall, i stedet for vårt system med 10 som grunntall, delte de en time i 60 like deler som vi kaller minutter, og ett minutt i 60 like deler som vi kaller sekunder. Sekundet er fremdeles vår fundamentale måleenhet for tid, selv om den gjeldende definisjonen, som vi kommer tilbake til nedenfor, ikke lenger har noe direkte å gjøre med lengden av døgnet.

Babylonerne brukte solur, men om de også hadde andre slags klokker, vet jeg ikke. Timeglass ble brukt til sjøs i middelalderen, og derfra kommer inndelingen av firetimers vakter i åtte glass. Et timeglass blir lite påvirket av bevegelsene til et skip, men nøyaktigheten er begrenset når det gjelder å måle tiden over uker og måneder.

Kronometer og pendelur

Christian Huygens bygde det første pendeluret i 1656, etter det prinsippet som Galileo Galilei oppdaget noen år tidligere, at en pendel med en gitt lengde har en ganske bestemt svingetid. Naturlig nok er pendelur til liten nytte ombord i skip, men de er de mest nøyaktige mekaniske urene, og kan oppnå en nøyaktighet på ned mot ett sekund i året. Ett år er omtrent 30 millioner sekunder, 3×10^7 s, og ett sekund i året utgjør altså en del pr. 30 millioner, dvs. tre deler pr. hundre millioner, eller 3×10^{-8}.

I rådhuset i København finnes et teknisk vidunder som heter Jens Olsens verdensur (se bilde), som skal være verdens mest nøyaktige ur med et rent mekanisk urverk. Det ble satt i gang 15. desember 1955, og det viser blant annet hvor solen, månen og planetene er på himmelen til enhver tid.

Ett problem med pendelur er at materialet i pendelen utvider seg når temperaturen stiger, slik at lengden av pendelen, og dermed svingetiden, øker. Denne effekten kan kompenseres ved at pendelen lages av materialer som utvider seg minst mulig, og av to forskjellige materialer som utvider seg for-

skjellig, satt sammen på en slik måte at lengden blir mest mulig uforandret. Dessuten kan en redusere effekten ved å holde temperaturen mest mulig konstant.

Vanskeligere er det å holde lufttrykket konstant. Når det er høytrykk og godt vær, vil luften være tettere enn når det er lavtrykk og dårlig vær, og friksjonen som pendelen utsettes for, blir derfor litt større ved høytrykk. Effekten er opplagt liten, men her snakker vi uansett om mikroskopiske effekter.

Enda mindre kan vi gjøre med de små variasjonene i tyngdefeltet som Månen og Sola forårsaker, som virker inn på svingetiden til en pendel, og som forøvrig er opphav til flo og fjære. Disse variasjonene utgjør rundt regnet en del pr. 10 millioner, dvs. 10^{-7}, og derfor kan et pendelur vanskelig bli særlig mer nøyaktig enn som så.

Et stort framskritt for skipsfarten var de mekaniske urene, med svinghjul og fjær, og spesielt J. Harrisons kronometer fra 1761. De gjorde det mulig å navigere nøyaktig, idet kronometeret kunne vise en standardtid, f.eks. Greenwich-tid. Dermed kan navigatøren finne lengdegraden, altså hvor mye øst eller vest for Greenwich han befinner seg, ved å observere når Sola står nøyaktig i sør, og se hvor mange timer og minutter tidligere eller senere det skjer, sammenlignet med meridianen gjennom Greenwich.

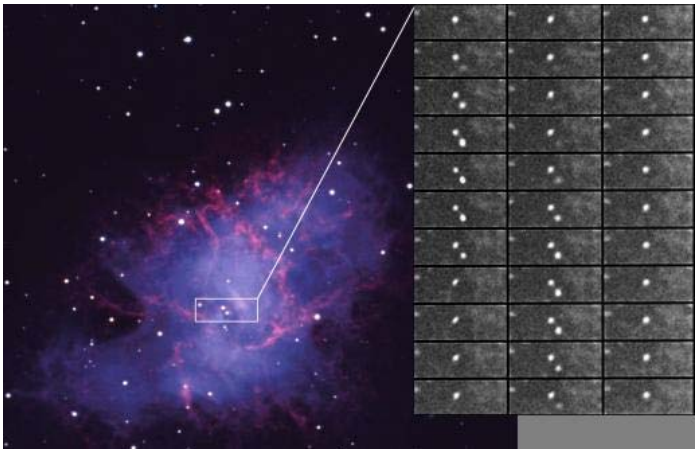
John Harrisons kronometer H4, som gjorde at han etter mye om og men vant den såkalte lengdegradsprisen.

Kvartsur og atomur

Skal en måle tiden mer nøyaktig enn med pendelur, må en f.eks. bruke kvartsur. Et kvartsur kan også med en viss rett kalles mekanisk, men i stedet for en pendel som svinger fram og tilbake en gang i sekundet, eller der omkring, har det en bitte liten kvartskrystall som vibrerer mange tusen ganger i sekundet. Vibrasjonene er så små og raske at de ikke lar seg overføre til urviserne ved hjelp av et rent mekanisk urverk, men de kan overføres til elektriske signaler ved hjelp av den såkalte piezoelektriske effekten, og det antallet svingninger som utgjør ett sekund, kan telles opp ved hjelp av en elektronisk krets, som i sin tur dirigerer urviserne, eller tallene på en digital urskive.

Også en kvartskrystall forandrer svingetiden når temperaturen forandres, og et armbåndsur, som er utsatt for variasjoner i temperaturen, blir derfor ikke nøyaktigere enn omkring en pr. million, altså 10^{-6}, som utgjør 30 sekunder pr. år. Slett ikke dårlig! Med god temperaturkontroll kan nøyaktigheten forbedres tusen ganger, til en pr. milliard, altså 10^{-9}, som utgjør 0,03 sekund pr. år.

Bare atomur overgår nøyaktigheten til kvartsur. De brukes nå til å definere sekundet, og i 1964 ble det innført en offisiell verdenstid, overvåket ved hjelp av 80 atomur i 18 laboratorier rundt i verden.



Det finnes "ur" ute i verdensrommet som går like nøyaktig som atomur. Det er pulsarene, som sender ut kortvarige pulser med radiostråling, opptil flere hundre ganger i sekundet. Tidsintervallet mellom to pulser er konstant, med så stor nøyaktighet som det er mulig å måle med atomur. Den første pulsaren ble oppdaget i 1967, nå er flere hundre kjent. Den mest berømte pulsaren finnes i Krabbetåken i stjernebildet Tyren, den sender ut 30 pulser i sekundet, og er restene etter en supernovaeksplosjon i 1054, observert av kinesiske astronomer (se bilde).

Verdensrekorden i nøyaktig tidsmåling, innehas av en fysikergruppe som målte direkte levetiden til det nøytrale pi-mesonet, π^0, i 1963, i et elegant eksperiment ved CERN, det europeiske partikkelfysikklaboratoriet i Geneve. Andre har siden målt levetiden til π^0, ved hjelp av både direkte og indirekte metoder. En partikkel av denne typen eksisterer i gjennomsnitt $8{,}4 \times 10^{-17}$ s, med alle nullene skrevet ut er det 0,000 000 000 000 000 084 s, før den går i stykker. I løpet av den tiden vil lyset bevege seg 25 nm (en nanometer, nm, er en milliarddels meter, 10^{-9} m). Et fenomen som kalles tidsdilatasjon, og som er en konsekvens av relativitetsteorien, gjør at et nøytralt pi-meson faktisk kan bevege seg ganske mye lengre enn 25 nm, selv om det beveger seg med en hastighet litt mindre enn lysets.

Sekundet og meteren

Definisjonen av sekundet

Sekundet defineres ut fra svingetiden til elektromagnetisk stråling fra atomer av grunnstoffet cesium, kjemisk tegn Cs, og nærmere bestemt cesium med atomvekt 133. Atomer av et bestemt grunnstoff kommer alltid i flere forskjellige isotoper, som har litt forskjellig masse, såkalt atomvekt. Cesium er nr. 55 i tabellen over grunnstoffene, og har fått et dårlig rykte etter det radioaktive utslippet fra kjernereaktoren i Tsjernobyl i 1986. Men dette var den radioaktive isotopen Cs 137. Cs 133 er den eneste isotopen av cesium som ikke er radioaktiv, og derfor den eneste som forekommer naturlig i våre nærmeste omgivelser, altså uten at den er produsert kunstig i kjernereaktorer.

Atomer av Cs 133 er i stand til å motta og sende ut igjen radiobølger med en nøyaktig bestemt frekvens som er like over 9 gigahertz, forkortet 9 GHz (en hertz er en svingning i sekundet, en gigahertz er en milliard svingninger i sekundet). Slike radiobølger har en bølgelengde på litt mer enn 3 cm. Ett sekund er definert som det tidsintervallet som svarer til 9 192 631 770 svingninger av denne strålingen fra Cs 133.

Tre centimeters radiobølger er ikke vesentlig forskjellige fra dem som brukes til å koke mat i mikrobølgeovn, eller til å overføre radio- og TV-program. En mikrobølgeovn bruker ti cm radiobølger, mens en av radiosenderne i Trondheims-området (Vassfjellsenderen?) sender på 91,9 MHz, som er en hundredel av frekvensen til cesiumatomet.

Prinsippet for radio er at en radiosender inneholder en elektrisk svingekrets som svinger med en bestemt frekvens, dvs. et bestemt antall svinginger i sekundet. For å motta signalene fra denne senderen, uten å bli forstyrret av andre sendere, må radiomottakeren inneholde en svingekrets som justeres slik at den svinger med den samme frekvensen som senderen. Vi sier da at sender og mottaker er i resonans.

Et atomur som går svært nøyaktig, er ikke så mye mer enn en litt komplisert mikrobølgeovn av den typen som står i de fleste kjøkken. I mikrobølgeovnen brukes en bølgelengde på 10 cm, og fordi svingningene er i resonans med vannmolekylene, blir vannet varmet opp, mens f.eks. koppen som vannet er i, ikke blir særlig varm. På samme måten kontrolleres atomuret av en elektrisk svingekrets som svinger med den rette frekvensen, slik at den er i resonans med cesiumatomene. Det vil si at strålingen sendes gjennom en damp av cesium, og frekvensen justeres slik at mest mulig stråling absorberes av cesiumatomene. Urverket er et elektronisk telleverk som ganske enkelt teller svingninger. Når vi har telt 9 192 631 770 svingninger, har det gått ett sekund. Siden ett sekund tilsvarer omtrent 10^{10} svingninger, og siden vi kan klare å telle dette antallet med en feil på helt ned i en svingning, kan vi altså i prinsippet måle ett sekund med en nøyaktighet på en til 10^{10}, eller 10^{-10}, ti ganger bedre enn nøyaktigheten til det beste kvartsuret. Men det er ingen absolutt begrensning på den nøyaktigheten det er mulig å oppnå. 1 000 sekunder svarer til omtrent 10^{13} svingninger, og siden vi kan klare å telle dette antallet også med en feil på helt ned i en svingning, kan vi prinsipielt måle 1 000 sekunder med en nøyaktighet som er en til 10^{13}, eller 10^{-13}. Siden ett sekund er en tusendel av 1 000 sekunder, kan vi derfor i prinsippet måle ett sekund også med en nøyaktighet på 10^{-13}.

Det som begrenser nøyaktigheten til syvende og sist, er stabiliteten til den elektriske svingekretsen, og hvor nøyaktig den lar seg justere for å komme i resonans med cesiumatomene. Et standard cesiumur har en nøyaktighet på bedre enn 3×10^{-12}. Det er mer enn nøyaktig nok til å konstatere at jordrotasjonen ikke er helt jevn, og siden det er praktisk å justere klokken etter jordrotasjonen, blir det lagt til "atomtiden" et ekstra "skuddsekund" en eller to ganger i året, hver gang jordrotasjonen kommer et sekund i utakt med standardtiden som atomurene definerer.

Atomuret NIST-F1 i Boulder, Colorado er et av de mest nøyaktige i verden. Usikkerheten er 2x10-15, dvs. at uret vil verken saktne eller fortne enn ett sekund på 20 millioner år.

Lyshastigheten og definisjonen av meteren

Lyshastigheten i vakuum (det tomme rommet) er 299 792 458 meter i sekundet. Denne hastigheten betegner vi gjerne med bokstaven c. Verdien er eksakt, fordi dette er den gjeldende definisjonen av meteren: 299 792 458 meter er den avstanden lyset beveger seg i vakuum i løpet av ett sekund.

Grunnlaget for at denne definisjonen er nyttig, er det eksperimentelle resultatet at lyshastigheten i vakuum avhenger hverken av hastigheten til lyskilden eller hastigheten til observatøren. Med andre ord, lyshastigheten i vakuum er en invariant størrelse, en universalkonstant, den samme for alle lyskilder og alle observatører. Dette faktum er grunnlaget for den spesielle relativitetsteorien.

Lyshastigheten er mer enn en universalkonstant, den er en kosmisk fartsgrense. Ingenting kan bevege seg fortere enn lyset i vakuum. Fartsrekorden for ting som mennesker har satt i bevegelse, når vi ser bort fra lys, innehas av elektronene som sirkulerte i den store akseleratoren LEP ("Large Electron Positron collider") i CERN (nå nedlagt). De kom opp i en hastighet på 0, 999 999 999 988 c = 299 792 457, 996m/s. I kappløp med ett foton tapte de 4 millimeter på ett sekund.

Styremeddelser

I september fikk vi kr. 50 000,- fra Torstein Erbos Gavefond inn på kontoen til Teleskopaksjonen. På grunn av formuleringer i den opprinnelige søknaden vår var disse pengene i praksis øremerket kjøp av semi-profesjonelt CCD kamera siden nytt hovedteleskop med full visuell pakke allerede var innkjøpt våren 2008. I løpet av høsten 2008 konkluderte Teknisk Gruppe entydig med at SBIG ST-10XME var det rette valget for vårt 14 tommer Celestron CGE1400XLT teleskop. Rett før jul kom det et avslag på 1000 dollar på dette kameraet fordi SBIG ønsket å redusere sitt lager. Det ble derfor i all hast innhentet fullmakt til at TAF-styret kjøpte dette kameraet + fotometriske filter for inntil kr. 50 000,- gjennom en avstemning på taf-lista. 74 medlemmer stemte for og ingen imot. Medlemstallet var 134 på dette tidspunkt slik at simpelt flertall krevede (134/2)+1 = 68 ja-stemmer. Det ble derfor stemt "Ja" for TAF sin andel på 53.1%. I tillegg eide de som hadde stemt "Ja" 29.4% av de privat eide andelene. Til sammen hadde vi derfor "Ja" fra 82.5% av den totalt andelmassen og "Nei" fra 0%. Bestillingen av SBIG ST-10XME (se bildet) + BVR fotometriske filter ble gjort 23. desember, og kameraet ankom 29. januar, mens de tre filterene kom midt i februar. Total pris for kamera og filter ble kr. 49 130,75.

Hvordan observere stjernenes livssyklus.

av Terje Bjerkgård

En stjernes livssyklus måles i millioner til milliarder av år. Hvordan kan vi da observere og forstå hvordan dette foregår og med amatørutstyr? Det er det denne artikkelen handler om.

Svaret på spørsmålet over er at det kan vi gjøre på samme måte som vi også kan observere hvordan et tre gjennomgår sitt liv eller et menneske for den saks skyld. Går vi ut i skogen ser vi grankongler, små grantrær som spirer, større grantrær og råtne nedfalne trestammer. På den måten forstår vi hvordan et tres liv er. På samme måten ser vi gravide kvinner, nyfødte barn i barnevogn, barn i skolen, ungdom på universiteter, voksne i arbeid, pensjonister og til slutt begravelse og kirkegårder.

Stjernenes fødsel

Stjerner fødes i molekylære tette skyer av gass og støv. En typisk molekylærsky inneholder mellom 1000 og 1 million solmasser. Molekyler er gjerne hydrogen (som H_2), vanndamp (H_2O), karbonmonoksyd (CO), hydroksyl (OH), H_2CO, men også atomært hydrogen og helium.

Det er gravitasjonen som etter hvert får en gassky til å trekke seg sammen og bli en stjerne. Det kan være trykkbølger fra f.eks. supernova-eksplosjoner som kan føre til sammentrekningen, eller strålingstrykk fra andre nærliggende stjerner. Det er ikke slik at hele tåken trekker seg sammen, men den deler seg opp i flere fragmenter som hver og en blir til en stjerne og eventuelt tilhørende planetsystem. Spinnet fører til at sammentrekningen skjer der hvor rotasjonen er minst, nemlig langs rotasjonsaksen. Dette medfører at skyen får en diskosform. De indre delene kollapser til en protostjerne, som fortsetter å trekke seg sammen til temperaturen blir tilstrekkelig høy til at kjernereaksjoner starter. Dette skjer først ved minst 10 millioner grader! De ytre delene kan bli til planeter, asteroider, kometer og andre små legemer.

M42 – Oriontåken, som nok er himmelens mest kjente tåke, er en slik gassky med intensiv stjernedannelse. Den danner Orions sverd sammen med en del stjerner som ligger på rekke og rad ned fra beltestjernene. Den er synlig som en tåkeflekk selv uten kikkert. Oriontåken lyser opp pga ionisering fra en liten gruppe meget varme blå stjerner som kalles trapeset, etter de fire lyssterkeste av stjernene som danner nettopp et trapes. De er greit synlige i et lite teleskop med rundt 50 x forstørrelse. Rett øst for trapeset er det en tydelig innbuktning i tåken, kjent som den mørke bukten. Dette er en tett mørk sky av gass som ikke er ionisert av stjernene. Denne skyen splitter også selve emisjonståken i to. Den nordlige delen er kjent som M43.

Et annet eksempel er Rosettetåken som befinner seg i stjernebildet Enhjørningen (Monoceros). Med en diameter på mer enn 1 grad, dekker den et område på mer enn 5x fullmånens. Tåken har flere NGC-numre, men mest brukt er NGC 2237. Midt inne i tåken ligger den åpne stjernehopen NGC 2244, som inneholder opp mot 100 stjerner som er dannet fra denne tåken. Mange av disse er meget varme stjerner som får gassen til å gløde. Den sterke strålingen har ført til at det er dannet et ”hull” inn til stjernehopen i sentrum. Dette er en tåke som er best å se med et teleskop med kort brennvidde og lav forstørrelse. Stjernene i hopen i sentrum gjør det til et vanskelig objekt visuelt, men med filter og ikke minst fotografering, er dette en meget flott tåke!

Stjerner i ferd med å starte kjernereaksjonene kalles for T Tauri stjerner, etter prototypen i stjernebildet Taurus (Tyren). Denne røde stjernen kan godt sees med et lite teleskop. Den varierer for tiden i lysstyrke mellom 9.5 og 10.8 mag. Stjernen befinner seg like over stjernegruppen Hyadene og Aldebaran. T Tauri er for øvrig også assosiert med en gasståke, den såkalte Hinds variable tåke, som varierer i lysstyrke i takt med T Tauri. Tåken er altfor svak til å sees med amatørteleskoper, men kan sees på fotografier med lang eksponeringstid. Rosettetåken (som er nevnt over) inneholder også T Tauri stjerner. De finnes i de såkalte globulene, som er mørke fortetninger som sees mot den lyse tåken i bakgrunnen.

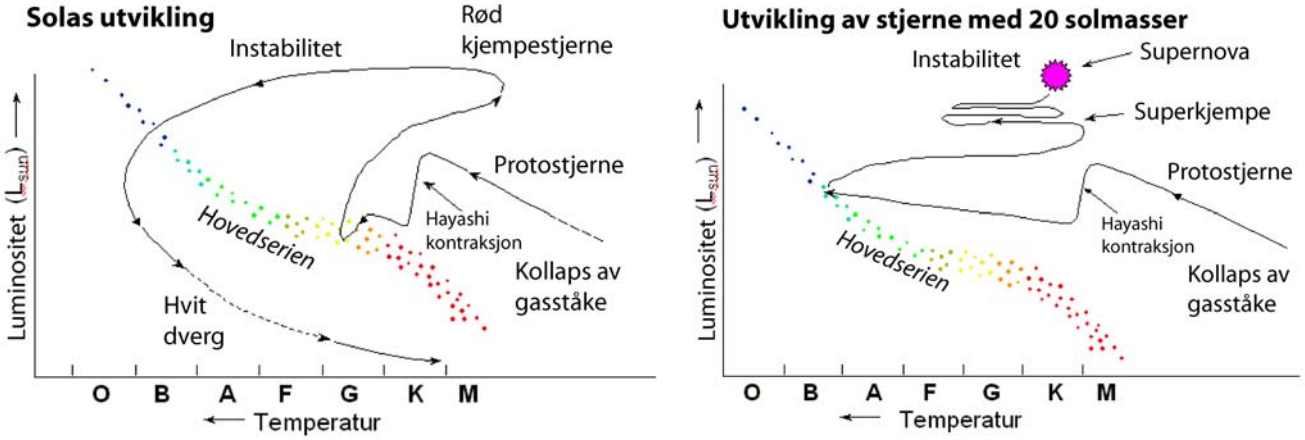
Stjernenes voksne liv

Når stjernene er ferdig med T Tauri fasen vil de fortsette å forbrenne hydrogen til helium i kjernen inntil det er slutt på hydrogenet. Dette er en meget rolig fase i en stjernes liv. Hvor lang tid dette pågår avhenger av stjernens masse. Jo større masse, jo fortere ender denne livsfasen.

For å illustrere stjernenes livssyklus i denne fasen og videre forløp bruker en et såkalt Hertzsprung-Russel (HR) diagram (se nedenfor). Dette diagrammet viser forholdet mellom en stjernes absolutte lysstyrke og dens spektralklasse eller mellom stjernens totale energiutstråling (luminositet) og dens overflatetemperatur. En stjernes absolutte lysstyrke er målt utfra hvor sterkt den lyser på en avstand av 10 parsec (32.6 lysår). Stjernene blir kategorisert i en såkalt spektralklasse utfra i hvilken del av spekteret de sender ut mest lys. Dette er altså avhengig av temperaturen på overflaten til stjernen. Fra varm til kald er spektralklassene O, B, A, F, G, K, M. Hver klasse deles videre i 10 under klasser fra 0 til 9. Sola er av klasse G2.

Når alle stjerner vi kjenner avstanden til blir plottet opp i H-R diagrammet, viser det seg at det ikke er tilfeldig hvor de havner: 90 % av stjernene danner et bånd som kalles hovedserien, mens de resterende stjernene stort sett er gule og røde kjempestjerner. Hovedserien er det sammenhengende "båndet" av stjerner fra øvre venstre til nedre høyre hjørne av H-R diagrammet. Sola ligger på hovedserien hvor stjernene tilbringer det meste av sitt liv.

H-R diagrammet kan brukes til å si noe om hvor en stjerne er i sitt livsløp. Når en gassky trekker seg sammen tilstrekkelig vil etter hvert kjernereaksjonene starte i dens indre. Den lyser først svakt og er rødlig, en såkalt T-Tauri stjerne. Den ligger da til høyre og langt nede i diagrammet, men beveger seg gradvis inn på hovedserien. Denne prosessen tar ca. 30 millioner år for en stjerne som Sola. Deretter brenner en stjerne som Sola hydrogen til helium og befinner seg rolig på hovedserien i ca. 10 milliarder år, men svakt økende i lysstyrke.

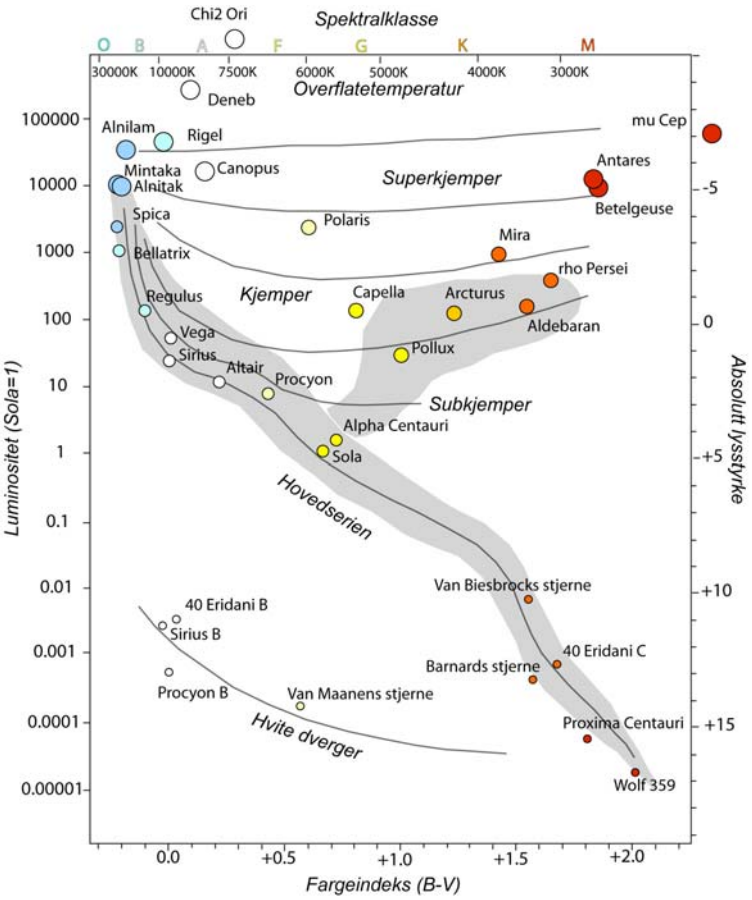


H-R diagrammer som viser utviklingen til Sola og en stjerne med 20 solmasser.

Når om lag 10 % av hydrogenet er omdannet til helium øker temperaturen i kjernen brått fordi stjernen trekker seg sammen. Dette fordi det nå er for lite energi til et strålingstrykk som kan motstå tyngdekraften. Når temperaturen øker i kjernen vil strålingstrykket øke igjen slik at stjernens ytre del utvider seg. De ytre delene blir kaldere og dermed rødere. I kjernen blir temperaturen høy nok til at helium begynner å brenne (helium-flash) og stjernen utvider seg da ytterligere. Vi har nå fått en rød kjempestjerne som befinner seg oppe til høyre i H-R diagrammet.

Kjernetemperaturen blir etter hvert så høy at strålingstrykket blir kraftig nok til at de ytterste delene av stjernen blir kastet av og vi får dannet en planetarisk tåke. Det varme indre kommer til syne som en blåhvit dvergstjerne litt over hovedserien i overgangen mellom spektralklasse F og A. Deretter krysses hovedserien på tur nedover mot venstre hjørne av H-R diagrammet. Etter at den har trukket seg ytterligere sammen, begynner stjernens overflate å avkjøles. Stjernen beveger seg da videre nedover, men nå mot høyre i H-R diagrammet før den langt om lenge blir for lyssvak til å observeres.

For stjerner som har mye mer masse enn Sola går hele livsløpet mye fortere og mer voldsomt for seg. En stjerne med mer enn 8 solmasser blir en rød superkjempe på bare 1-5 millioner år. Det indre av en slik stjerne på kjempestadiet består av en mengde skall hvor forskjellige grunnstoffer forbrennes. Innerst dannes en jern-kjerne. Disse stjernene eksploderer som supernovaer og det indre kan danne en nøytronstjerne eller svart hull, avhengig av massen.



I H-R diagrammet til venstre er en del kjente stjerner som illustrerer denne utviklingen plottet opp som vi kan observere på himmelen.

Lengst nederst til høyre i diagrammet ligger røde dvergstjerner som har vesentlig mindre masse enn Sola og har lav overflatetemperatur. Her finner vi blant annet Barnards stjerne. Dette er den stjernen som har størst egenbevegelse med 10,3 buesekunder pr. år. Den har avstand på kun 5.98 lysår og er den 4. nærmeste stjernen (etter α Centauri trippelstjernesystemet) men har likevel en lysstyrke på bare 9.5 mag. Stjernen har en masse på kun 0,15-0,17 solmasser, mens radius antakelig er kun dobbelt så stor som Jupiters. Barnards stjerne befinner seg nord i stjernebildet Ophiuchus og er derfor best synlig på høsten.

Beveger vi oss oppover mot øvre venstre hjørne i diagrammet finner vi de virkelige gigantene blant stjernene. Det er faktisk svært mange av disse som befinner seg i stjernebildet Orion, blant annet alle tre beltestjernene (Alnilam, Alnitak og Mintaka) og Rigel. Den mest luminøse stjernen i diagrammet – χ^2 Orionis – befinner seg langt nord i stjernebildet. Den har en visuell lysstyrke på bare 4.64 mag, men avstanden er kanskje så stor som 32600 lysår, så dersom den flyttes på 32 lysårs avstand ville den lyse nesten like sterkt som fullmånen! En annen gigant er Deneb i Cygnus (Svanen). Den er over 3200 lysår borte og ville ha en lysstyrke på nesten -9 mag på 32 lysårs avstand (nesten som halvmånen).

Stjernenes alderdom og død

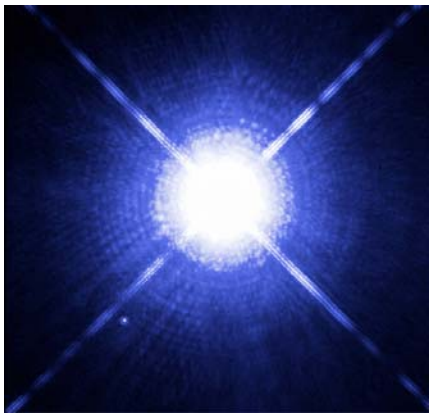
Stjernen Betelgeuse, også i Orion befinner seg langt oppe i høyre del av diagrammet. Denne stjernen har en diameter på 950-1000 ganger Solas og har antakelig en masse på over 20 x Sola og er kanskje nesten 9 millioner år gammel. Dette er faktisk gammelt for en så massiv stjerne og den kan eksplodere som en supernova når som helst! Enda større og mer massiv er mu Cephei som kan ha en diameter 1400 ganger så stor som Sola. Denne stjernen har begynt å brenne helium til karbon, noe som gjør at den også snart vil ha nådd stadiet for å eksplodere som supernova.

Stjernene Arcturus (i Bootes) og Aldebaran (i Taurus) har forlatt hovedserien og har blitt røde kjempestjerner. Dette kommer også til å skje med Sola om noen milliarder år. De to nevnte stjernene varierer svakt i lysstyrke, noe som vitner om at de begynner å bli ustabile. En stjerne som har kommet lenger i dette stadiet er omicron Ceti eller Mira, som er prototypen på en klasse variable stjerner, nemlig Lang-Periodisk Variable stjerner eller Mira-stjerner. Mira selv varierer typisk i lysstyrke mellom 3 og 10 mag. over en periode på 332 dager. Dette skyldes at hele stjernen utvider og trekker seg sammen, noe som bi-

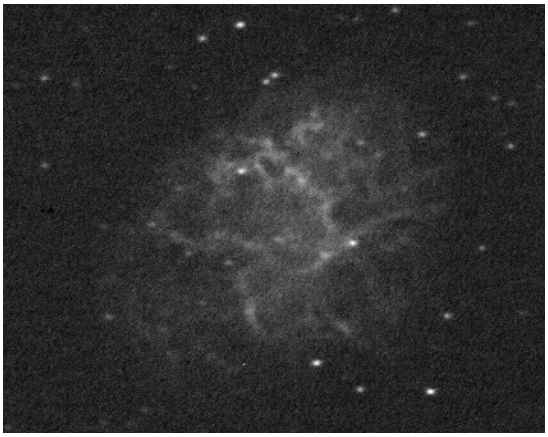
drar til at både radius og temperatur endrer seg og lysstyrken endres. I løpet av dette stadiet forlater de ytre lagene etterhvert stjernen og vi får blottlagt den varme kjernen som vil lyse opp gasslagene utenfor. Vi får dannet en planetarisk tåke. Stjernen i sentrum av tåken har en høy overflatetemperatur, typisk 10-50 000 grader og har derfor en hvit farge. Den blir etter hvert en hvit dvergstjerne.

Noen planetariske tåker viser godt sentralstjernen. Noen fine eksempler er "Blinketåken" NGC 6826 i Cygnus (Svanen) der stjernen har en lysstyrke på 10.4 mag og NGC 1514 i Taurus (Tyren) hvor stjernen er 9.5 mag (foto til venstre).

En hvit dvergstjerne har en lav luminositet og ligger derfor nede i venstre hjørne av H-R diagrammet. Noen hvite dverger kan vi se med amatørutstyr, f.eks. Van Maanens stjerne. Den er bare 14 lysår unna oss, men har en visuell lysstyrke på bare 12.4 mag. Massen til denne stjernen er 0,7 solmasser mens radius er bare 0,013 solradier. Luminositeten er kun 2/10000-del av Solas. En annen interessant hvit dverg er Sirius B. Denne er som navnet sier en ledsager til Sirius. Sirius B har en størrelse som Jorda men en masse på 98 % av Solas. Den befinner seg ca. 5 buesekunder fra Sirius A. Imidlertid er lysstyrkeforskjellen svært stor (-1.46 og +8.5 mag.) så dette er en vanskelig dobbeltstjerne. Det anbefales minst en 4" refraktor av aller beste kvalitet eller en 10 tommers reflektor. Det beste er å prøve på kvelden før det blir helt mørkt og når Sirius står høyest mulig på himmelen. Et godt tidspunkt er derfor rundt 15. mars. Sirius A og B (ned til venstre) er vist på bildet til høyre.



En supernovarest er materien som kastes ut i rommet når en stjerne eksploderer som en supernova. Denne utkastingen av materie er langt mer voldsom enn det som skjer når en planetarisk tåke dannes i de siste stadiene til en stjerne som Sola. Utvidelsen når gjerne hastigheter på 1000-10 000 km pr. sekund i de tidlige stadiene etter eksplosjonen! Materien feier med seg det som finnes av gass og støv under ekspansjonen som produserer en voldsom sjokkbølge. Sjokkbølgen eksiterer og ioniserer gassen og fører til store mengder røntgen- og radiostråling i form av såkalt synkrotronstråling. Gassresten når til slutt en størrelse på flere 10-talls til 100-vis av lysår i utstrekning. Dette store området er nå blitt anriket med tunge elementer dannet i den massive stjernen og kan gå tilbake i ny stjernedannelse.



Det er bare noen få supernovarester som er synlige for amatørene. M1 – Krabbetåken i Taurus (Tyren) er den enkleste og kan sees med et 3-4 tommers teleskop som en noe avlang tåkedott. Med 8-10 tommers teleskoper kan en se strukturer og begynne å ane de sterkeste filamentene. Med 14-tommeren ser en filamentene tydelig og en ser flere detaljer (fotoet til høyre er tatt av Erlend Langsrud med H-alfa filter med det nye kameraet gjennom 14-tommeren i Bratsberg).

NGC 6960 og NGC 6992 utgjør de sterkeste delene av Slørtåken i stjernebildet Cygnus eller Svanen. På grunn av lav overflatestyrke og stor utstrekning er disse restene best å se med en større prismekikkert, men de er så vidt synlige i en 7x50 prismekikkert ved gode forhold.

IC443 i Gemini (Tvillingene) lyser svakt i rødt lys og er således ikke synlig i teleskop uten spesielle Deep-Sky filtre. Den krever stor lysåpning, men kan nok skimtes med 14-tommeren på Bratsberg. Den er imidlertid et yndet foto-objekt.

Stjernehimmelen mars - juni 2009

Av Terje Bjerkgård

Generelt

Sommertid innføres søndag 29. mars i år og det er det tatt hensyn til i tidspunktene under.

Okkultasjoner

Månen passerer gjennom Pleiadene 26. april idet den går ned. Kun 3.9 % av Månen er belyst, så dette er nok en svært vanskelig passasje å observere. Månen passerer også gjennom Pleiadene i mai og juni, men disse skjer begge på dagtid.

Tynne månesigder

En morsom og utfordrende oppgave er å lete opp tynne månesigder rundt tidspunktet for nymåne. Hvem kan se den tynneste fasen?

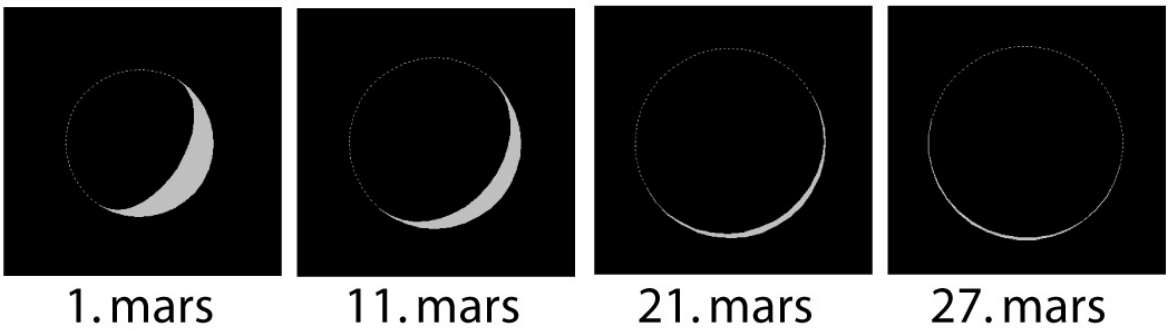
27.mars: En syltynn 1,6 % belyst månesigd er synlig på kveldshimmelen.
28.mars: En tynn 5,4 % belyst månesigd er synlig på kveldshimmelen.
29.mars: En 11,5 % belyst månesigd er synlig på kveldshimmelen.
22. april: En 10,6 % belyst månesigd er synlig svært lavt på morgenhimmelen. Denne morgenen danner månen et rektangel med Venus, Mars og Uranus i de tre andre hjørnene.
23. april. En tynn 5,1 % belyst månesigd er synlig svært lavt på morgenhimmelen.
24. april: En syltynn 1,4 % belyst månesigd er synlig svært lavt på morgenhimmelen.
25. april: En syltynn 0,8 % månesigd er synlig på kveldshimmelen. Sigden er ekstremt tynn, og det kreves god horisont og uvanlig klar luft for å se denne. En virkelig utfordring!
26. april: En syltynn 3,9 % belyst månesigd er synlig på kveldshimmelen. Månen står nær Merkur og Pleiadene denne kvelden.
27. april: En tynn 9,5 % belyst månesigd er synlig på kveldshimmelen.
21. mai: En 14,9 % belyst månesigd er synlig på morgenhimmelen. Venus og Mars står nær månesigden denne morgenen.
22. mai: En 7,9 % belyst månesigd er synlig på morgenhimmelen.
23. mai: En 2,9 % belyst månesigd er synlig på morgenhimmelen.
25. mai: En syltynn 2,7 % belyst månesigd er synlig på kveldshimmelen.
26. mai: En tynn 7,9 % belyst månesigd er synlig på kveldshimmelen.
27. mai: En 15,5 % belyst månesigd er synlig på kveldshimmelen.

I juni er det for lyst til at de virkelig tynne månesigdene kan sees. Nye muligheter til høsten!

Planetene

Merkur er synlig på kveldshimmelen omtrent fra 12. april og fram til i slutten av måneden. I løpet av denne perioden avtar lysstyrken fra −1,2 mag til +1 mag. Største østlige vinkelavstand inntreffer 26. april. Merkur befinner seg nær Pleiadene i slutten av måneden, men kveldshimmelen er svært lys ved denne anledningen. 26. april passerer en meget tynn månesigd knapt 2 grader nord for Merkur, en god mulighet til å finne planeten.

Venus nådde største østlige elongasjon 14. januar og beveger seg mot Sola igjen. Den passerer i nedre konjunksjon 27. mars. Venus er synlig som en stadig tynnere men større sigd utover i mars (se figur neste side). Venus passerer 27. mars 8 ° nord for sola, og planeten er synlig på dagtid som en syltynn sigd i teleskopet. NB! PASS PÅ AT IKKE SOLA KOMMER INN I TELESKOPET! Venus dukker opp på en lys morgenhimmel igjen de to-tre siste dagene i mars.



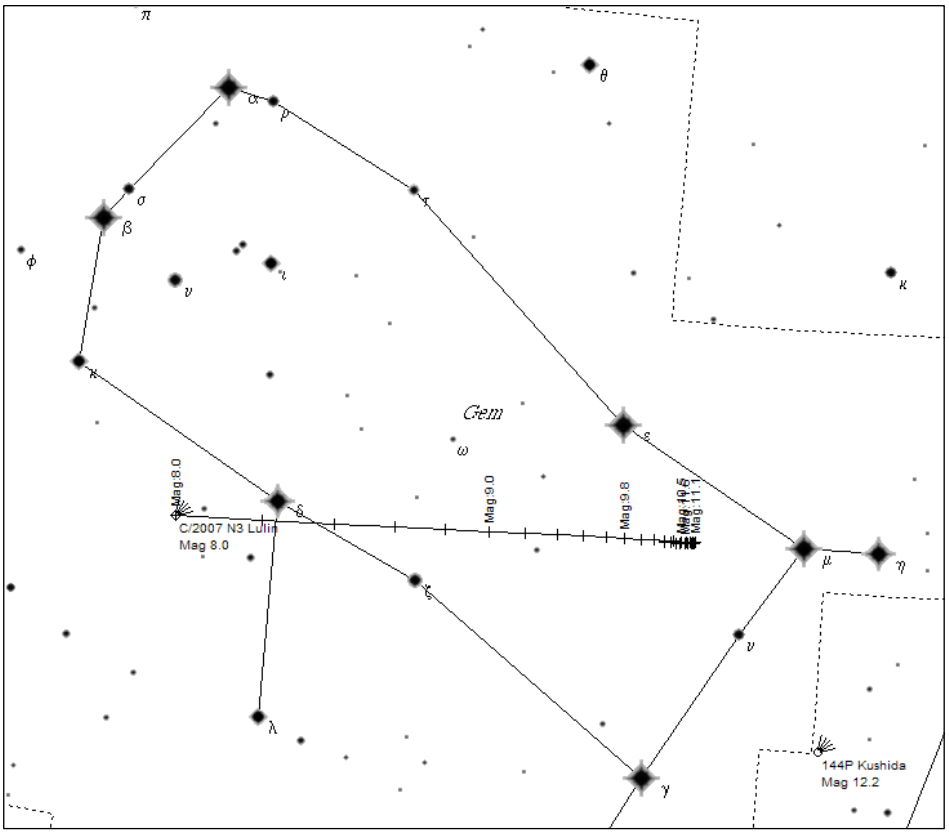
Venus er nå først tilbake som et iøynefallende objekt mot siste halvdel av juni da den er oppe et par timer før soloppgang. Den passerer 2° sør for Mars den 22. juni. Fasen øker fra 47 % til 61 % denne måneden.

Mars kommer til syne på morgenhimmelen i løpet av juni. Planeten befinner seg langt unna jorda, og lysstyrken er ganske beskjeden.

Jupiter er på den sørlige himmelhalvkulen for tiden og står meget lavt på en meget lys sommerhimmel i juni. Den er derfor i praksis ikke mulig å observere.

Saturn befinner seg i hele perioden sør i stjernebildet Løven og beveger seg lite. Planeten var i opposisjon 8. mars. Planetens ringer sees hele tiden nesten fra kanten, men med en noe større åpning enn i desember og januar. Når Saturn nå sees fra kanten kan dens største måner sees å passere foran planetskiven. Med et større teleskop og gode forhold kan spesielt måneskyggene sees på planetoverflaten. I bladet Astronomi som kan kjøpes i Narvesen for de som ikke er medlem av NAS, er det diagrammer som viser hvor de forskjellige månene står i forhold til planeten. Eller bruk et stjerneprogram for PC dersom du har.

Uranus og **Neptun** er ikke synlige i denne perioden.



Kometer

C/2007 N3 Lulin har vi hatt glede av i begynnelsen av mars. Den passerte nærmest oss 24. februar og er nå på vei ut gjennom solsystemet igjen. Den går temmelig rett ut fra oss, noe som gjør at vi kan følge den lenge utover. Den beveget seg inn i Gemini (Tvillingene) hvor den blir inntil den er for svak til å sees, antakelig i løpet av første halvdel av april. Figuren viser posisjonen hver 2. dag fra 15. mars.