

Redaktørens ord

Astronomi kan jammen være mer spennende enn en kunne tro. I tillegg til alle de vanlige sidene ved vår hobby, har vi det litt mer uforutsigbare aspektet. I høst har foreninga vært innom et par spennende situasjoner. Det første (og det forutsigbare) var begynnelsen på byggeprosessen for observatoriet. Det har faktisk allerede tatt form nå, i form av fire vegger ut i det fri.

En annen interessant side er vår ekspedisjon opp til Feren, hvor arbeidsgjengen vår ble møtt av, tja, mindre høflige individer (for å si det pent). Jeg trodde, ærlig talt, at vi iallfall skulle få komme frem til *selve innsjøen* - men neida!

"Banalt," tenker nok mange. I det siste har det jo skjedd mye av langt større betydning enn leting etter en meteoritt. Jeg nevner revolusjonen i Serbia og opptøyene i Israel. Vel, tilbake til astronomien og dette bladet.

Poenget her er jo å illustrere at det heller ikke er hverdagskost at ivrige amatører blir stoppet av slike

Styret informerer

Etter intensive dugnader hver dag gjennom en drøy uke i september er veggene til observatoriebygningen på plass og malt. Taket lages av snekker, og er så vidt jeg forstår straks klart til montering. Skinner til å skyve taket på og gulv skal vi også få opp snart, så da blir det vel bare velstand.

Vedrørende det Thomas skriver om meteorittjakten i Redaktørens ord, vil jeg tilføye at grunnen til at vi ble nektet adgang til området er at noen andre, med utgangspunkt i såkalt muting, mener de har førsteretten til å arbeide i det området meteoritten landet. Dette er en ganske komplisert juridiske nøtt fordi Næringsdepartementet har vedtatt at meteoritten ikke omfattes av muting, mens Bergverksloven visstnok, uavhengig av dette, gir muter førsterett til å jobbe på mutetet område dersom flere prøver å jobbe der samtidig. Det var på bakgrunn av dette at vi på en interessant måte, som Thomas beskriver som mindre høflig, ble bedt om å dra hjem igjen. Vi jobber videre med å klarlegge de juridiske tingene, så får vi se.

Nye medlemmer

Trondheim Astronomiske Forening har fått et nytt medlem siden juni. Styret ønsker velkommen til

Arild Blekesaune.

Birger Andresen,
leder i Trondheim Astronomiske Forening



Magnus Boyvd

mindre høflige individer, særlig ikke under slike meteorittjakter (som i seg selv er nokså sjeldne).

Så folkens, dette ble en litt annerledes leder, jeg er litt annerledes, ikke helt A4 - men litt ettertanke gjør godt, setter ting i perspektiv, øker interessen for det vi holder på med: Astronomien.

Det gleder oss i redaksjonen stort at det denne gang er rekord i antall bidragsyttere til Corona. Takk til dere alle.

Thomas Jacobsson



Trondheim Astronomiske Forening

REDAKSJONEN

Redaktør:

Thomas Jacobsson
Nedre Flatåsvei 290
7099 Flatåsen

Tlf priv: 72 58 62 23

Mobil: 936 51 787

E-post: thomas.j@online.no

Layout (og TAFs adresse) :

Birger Andresen
Alfred Trønsdals veg 15
7033 Trondheim

Tlf: 73 93 22 69

E-post:

birger.andresen@fesil.no

Medarbeidere dette nr.:

Arne Bjerge
Terje Bjerkgård
Gottfred Dale
Eric Jensen
Øyvind Kristiansen
Tone-Lill Seppola
Eivind Wahl

INTERNETT

Både TAF og AAF har egne hjemmesider på internett.

TAF:

<http://www.nvg.org/org/taf/>

AAF:

<http://www.nvg.ntnu.no/org/gal-aksen/>

BIDRAG:

Disketter sendes til Birger Andresen, e-post sendes direkte til redaktøren (med kopi til Birger) og bilder sendes redaktøren.

Corona

Innhold

Artikler

Side 4:

Astronomikongressen 1-3. september
Av Eric Jensen

Side 4:

Medlemsgalleriet - Tett på Gottfred Dale
Et filosofisk utgangspunkt er ikke dumt.
Av Gottfred Dale

Side 7:

Kulehoper
En kjempeklump med stjerner. Eric forteller oss mer om disse vakre hopene.
Av Eric Jensen

Side 9:

Titus-Bodes lov
En pussig tilfeldighet, eller ?
Av Arne Bjerge

Side 10:

Undersøkelsen om medlemsmøtene
De viktigste resultatene.
Av Tone-Lill Seppola

Side 11:

Jorda, vår planet sett i et astronomisk og geologisk perspektiv
Hadde du glemte at Jorda også er en planet?
Neppe etter å ha lest hva Terje har å si!
Av Terje Bjerkgård

Side 19:

Cassiopeia - Etiopias dronning
Et av de mest kjente stjernebildene har en artig historie og noen flotte stjerner.
Av Birger Andresen

Faste sider

Side 2:

Redaktørens ord
Styret informerer
Nye medlemmer

Side 22:

Observasjonsrapporter
Perseidene år 2000
Av Birger Andresen

Sola i sommer og høst
Av Birger Andresen

Side 24:

Nyheter
Røntgenutbrudd fra brun dverg
Av Eivind Wahl

Svarte hull på ensom vandring
Av Øyvind Kristiansen

Bakgrunnsstråling avslører flatt univers
Av Øyvind Kristiansen

www. millioner av stjerner
Av Terje Bjerkgård

Side 28:

Stjernehimmelen i oktober-november
Av Terje Bjerkgård

Forsidebildet :

Jorda fotografert fra Apollo 17 og vakkert nordlys over Skatval fotografert 5. oktober av Albin Kristiansen.

Astronomikongressen 1-3. september

Av Eric Jensen.

Den landsdekkende astronomikongressen, arrangert av Norsk Astronomisk Selskap (NAS) og Stavanger Astronomiske Forening (SAF), begynte fredag den 1. med innsjekking kl. 17.00 på Ålgård hotell sør for Stavanger. Det var ingen foredrag denne dagen, men det var en avslappende og lett bli-kjent affære. Hoveddelen av de 50-60 deltakerene var fra Vestlandet, med overvekt av medlemmer i SAF. Det var få representanter fra NAS, men forholdsvis ganske mange lærde mennesker (jeg telte 4 med doktorgrad til stede i samme rom på en gang...). Foredragene utover helgen bar til dels også preg av det!

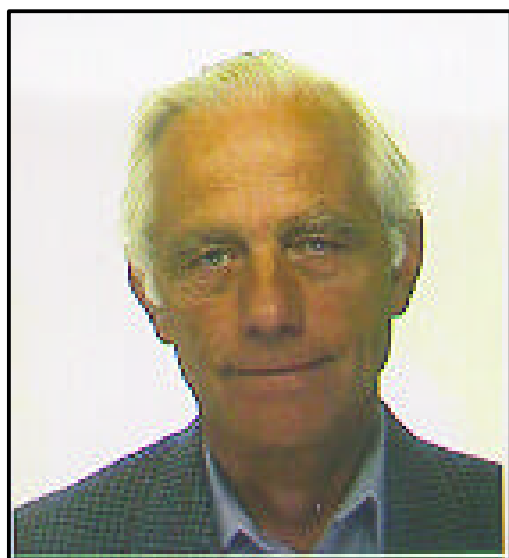
Et rom var brukt til utstilling av teleskoputstyr gjennom kongressen. Der fant man en 4 tommers Takahashi refraktor, to 5 tommers Nextar, SAF sin 18" dobson reflektor og andre kikkerter fra 8-10 tommer.

Lørdagen begynte med professor Per Amundsens foredrag om planetariske tåker. Deretter gikk det nesten i ett med foredrag om bl.a. astrofotografering med CCD (med Odd Trondal - som mange sikkert kjenner til), tid og rom, og romteknologi. Alle hadde mye interessant å bidra med. Kvelden ble avsluttet med festmiddag, og til slutt observasjon på SAFs mørke observasjonssted som lå i nærheten. Ca. 40 av de til sammen 50-60 deltakerene ble med opp. Det var nok en interessant opplevelse for mange, i alle fall i den tiden det var klart - og det var ikke spesielt lenge...

Søndagen fortsatte med flere foredrag og uformell diskusjon i plenum, før vi dro hjem på ettermiddagen. Det var en svært vellykket kongress, hvor alt gikk helt problemfritt. Undertegnede syntes det var god valuta for pengene, med matservering hver dag og mye bruk av lokalene.

Medlemsgalleriet – *Tett på Gottfred Dale*

Redaksjonen har bedt Gottfred Dale om å fortelle litt om seg selv og sin interesse for astronomi. Og vi ble ikke skuffet.



Persondata:

Jeg er 69 år, født og oppvokst i Haugesund, gift med Marit, har 3 flotte barn og ditto svigerbarn som har beriket oss med 6 kjempegreie barnebarn. Bor i Jakobslia sammen med min datters familie i "generasjonsbolig" med stor hage. Bygde hytte 1981 i Storlidalen i Oppdal der vi trives svært godt. Ble "trønder" i 1956 etter ferdig utdanning. Har hatt et innholdsrikt, spennende, interessant og meget aktivt yrkesliv.

Min interesse for astronomi:

Jeg har det fantastisk godt som pensjonist. Endelig frihet til å dyrke interesser det før aldri var tid til! Og interessene er mange, bl.a. astronomi (på min måte), og den interessen har jeg alltid hatt.

Med filosofisk legning og kristen kulturarv, har jeg som mange andre, spekulert over eksistensielle spørsmål som må regnes som klassiske, bl.a.:

- Hva er meningen med livet ?
- Finnes det en Gud ?
- Big Bang? Var det Gud som skapte universet ?

Spekulasjoner av slik art ble til et "epos" en sen nattetime i 1968:

UNIVERSET OG SKAPELSEN

(Nedenstående er en lett bearbejdet utgave.)

UNIVERS

av tid

fra evighet
fra uendelighet
- absolutt tomhet
- absolutt stillhet

Ingen kjemiske stoffer
- absolutt stoffløshet
Kjemisk tomt og rent
- absolutt renhet

Et univers som ikke var
Men likevel et univers
av absolutt tid og fred

Ufattelig, umulig - !?
Hvor intet er, er ingen ting
ei heller fred
For fred er frukt av vold og uro,
og dette finnes ikke der
hvor intet er!

Ingen stjerner
ingen tåker
ingen kloder
ingen soler, måner
Ingen ting!

Ikke lys og ikke mørke
ikke kulde og ikke varme
Energiløs stillhet
i romløs tomhet
fra evighet

Men dog ----

Konstant er summen
av all energi!

Konstant er summen
av all ånd - ?

Evig er summen
av all tid - !?

Et pust av evighet
min tanke streifet

Da plutselig --
så liketil --

det formet seg en åpenbaring:

I evigheten er Gud!

Gud – all energi

Gud – all ånd

Gud – all tid

Alt samlet i Gud!

Gud -

all ånd

Ånd som bandt

all energi,

som friga energi

i frigitt tid,

til energi i nye styrte former:

Materie, plasma

protoner, nøytroner, elektroner

atomer, ioner

molekyler og grunnstoffer

Sprengkraft til tåker

ga stjerner, galakser

med soler, planeter

der Jorden, vår klode

fikk livets gave

med mennesker

og Ånd!

SKAPELSEN

Med en slik tilnærming til skaperverket, blir det naturlig å oppleve Universet som en arena for undring, beundring og nysgjerrighet. Nysgjerrighet kan bare mettes med kunnskap. Og der ligger nøkkelen til min interesse for astronomi.

TAF er for meg et glimrende redskap som kunnskapsformidler og for å holde orden og oversikt på ny viten og aktuelle hendelser. Jeg gleder meg til hvert møte og ser frem til møtereferatene som er svært verdifulle. CORONA nytes, studeres, repeteres, og er et oppslagsverk av høy verdi. Det er med spenning og glede jeg ser frem til åpningen og bruken av observatoriet på Brattsberg!



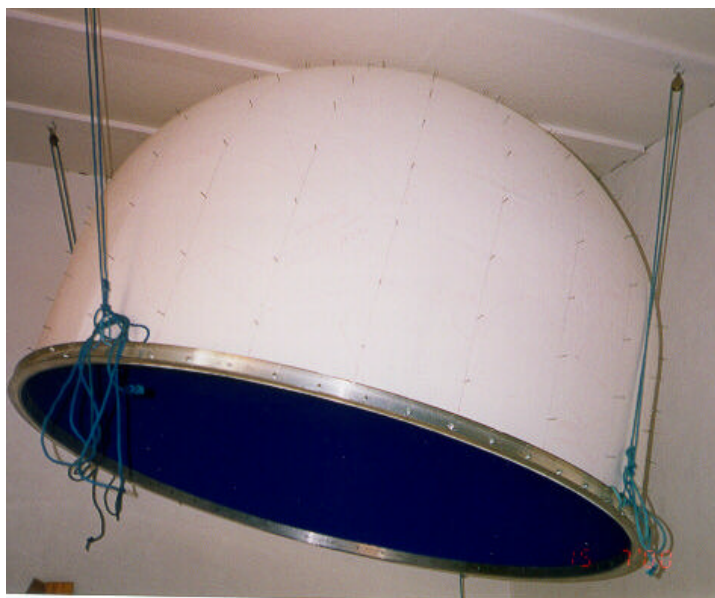
Mitt "planetarium"

I 1998 besøkte jeg Vitensenteret i Trondheim. Fikk se og oppleve planetariet der. Det ga meg en vill ide: "Jeg skal bygge meg et eget planetarium!"

Som tenkt, så gjort. Nytt annekstil hytta er bygget egenhendig (hjelp fra kona) med sydvendt veranda godt egnet til å observere nattsvart stjernehimmel uten sjenerende lys. Kjelleren har takhøyde nok til å romme en himmelkuppel med diameter = 1,8m og der en kan stå under kuppelen for å studere en dreibar himmel med hull for

stjerner som sees ved utenforliggende lysopplegg.

Det ble mange spekulasjoner, bl.a. å fastlegge stjernevalg med koordinater for beliggenhet. På Vitensenteret fikk jeg opplysninger om TAF. Slik ble jeg kjent med Birger Andresen, en meget hjelpsom mann! Han skaffet meg stjernekart og var velvilligheten selv. Jeg ble medlem av TAF --.



For tiden har jeg firet den hengende himmelkuppel ned på sitt fundament som gir dreieakse på behørig 23,5 graders vinkel. Mye arbeide gjenstår enda med oppmerking av stjernebilder, koordinatlinjer, ekliptikken og Melkeveien. Det er boret omkring 600 "stjernehull" med 11 forskjellige diametere (avhengig av lysstyrke) og 400 koordinatpunkter. Prøvingen hittil viser at mine forventninger vil bli tilfredsstillende. Godt å vite etter en så pass stor og langvarig arbeidsinnsats.

Jeg gleder meg til det hele står ferdig en gang i vinter, og kan tas i bruk i kombinasjon med det fantastiske dataprogrammet "SkyMap Pro 6". Det

vil helt sikkert gi en rekke kreative impulser som det skal bli artig å forfølge.

Trondheim, 18.09.00
Gottfred Dale

Kulehoper

Av Eric Jensen

Kulehoper er svært spesielle objekter. De inneholder noen av de eldste stjernene vi kjenner til. Noen av de flotteste kulehopene står gunstig til på høst-himmelen. De er flotte i store og middels store kikkerter. Lær mer om disse objektene i denne artikkelen.



M13 – Den berømte Herkuleshopen

Omega Centauri, har en diameter på 620 lysår. Som navnet tyder på har de en symmetrisk, kule-liknende form, der tettheten avtar fra kjernen og utover. De kan sammenliknes med små elliptiske dverggalakser.

Kulehoper er gjenstand for aktiv forskning. Man er ikke sikker på hvordan de ble formet, og flere modeller eksisterer. Men man vet at de inneholder noen av de aller eldste stjernene vi har observert, og som må ha blitt dannet ikke lenge etter selve universet. De fleste har en alder på 10 til 15 milliarder år.

En modell går ut på at de ble dannet på liknende måte som åpne hoper, men under mer ekstreme forhold. Det dreier seg om såkalte superstjernehoper: Stor tilgang på gass kombinert med høyt trykk fører til en eksplosiv stjernedannelse, med stor tetthet av stjerner. Forhold som dette kan man finne i for eksempel kolliderende galakser. Men tidlig i universets historie, da materien var mer tettpakket, kan også disse betingelsene ha vært til stede. Dette stemmer overens med den høye alderen til kulehopene. Slike forhold har vi i dag ikke i Melkeveien, der det dannes åpne hoper i spiralarmene, som Pleiadene.

Men kulehoper dannes faktisk fortsatt: I en nærliggende dverggalakse har man nylig oppdaget en stjernetake der intens stjernedannelse foregår. Man er ganske sikker på at det dreier seg om kulehoperformasjon. Dette blir dermed den yngste kulehopen observert hittil.

En annen teori, kalt "self-enrichment"-teorien, omhandler supernovaer (eksploderende stjerner) fra tidlig i galaksenes historie. Sjøkkbølgene fra supernovaene komprimerer nærliggende gass, samtidig som de beriker gassen med metaller dannet i eksplosjonen. Denne komprimeringen danner nye stjerner som så kan falle sammen til kulehoper.

I vår melkevei befinner kulehoper seg hovedsakelig i et kuleformet (sfærisk) område utenfor galakseskiven, den såkalte haloen. Dette har man observert også hos andre galakser. Man har sett flere tusen kulehoper som tilhører galaksen M87 i Jomfruen. Det er langt flere enn vår galakse har, som er ca. 150. I mindre grad finnes de også nær galaksens sentrale område. Disse har et høyere metallinnhold

enn de øvrige. Denne forskjellen er av betydning med hensyn til vår galakses historie. Kulehoper som sådan er viktige når man studerer galaksens stjerneformasjon gjennom tidene. De er objekter som det er langt enklere å trekke slutninger av enn det øvrige stjernelyset: Alle stjernene i en kulehop har omtrent samme alder og sammensetning. Skulle man studere lyset fra andre stjerner, ville man finne en "suppe" av forskjellige stjerner. På denne måten blir kulehoper relativt enkle objekter som man kan forstå lettere.

Kulehoper inneholder imidlertid stjerner med forskjellig masse, og dermed forskjellig levetid. Mer masserike stjerner lever kortere enn andre. Da dette er svært gamle objekter, er røde kjempestjerner vanlige. Disse er i slutfasen av sine liv. Romteleskopet Hubble har dessuten påvist flere hvite dverger i den nærmeste kulehopen, M4 i Skorpionen. Den har kanskje hele 40 000 av dem. En hvit dverg er det som blir igjen av de fleste stjerner når de er utbrent, men før de avkjøles så mye at de blir usynlige.

Det som kanskje er det viktigste aspektet ved studiet av kulehoper er den såkalte luminositetsfunksjonen, altså lysstyrkefunksjonen. I kosmologien er man svært interessert i å finne Hubble-konstanten H , som gir oss et mål på utvidelseshastigheten og alderen til universet. For å få en verdi på H må man vite hastigheten til fjerne galakser, samt deres avstand fra oss. Luminositetsfunksjonen kan hjelpe oss med det siste: Man har oppdaget at den absolutte lysstyrken til kulehoper følger en kurve hvis man har et tilstrekkelig stort utvalg av dem. Denne funksjonen later til å gjelde i alle galakser. Ved å studere lyset fra kulehoper i fjerne galakser, kan man finne igjen denne kurven og se på den tilsynelatende lysstyrken. Når man har både tilsynelatende og absolutt lysstyrke¹, kan man regne ut avstanden. Slike lyskilder som brukes til avstandsbestemmelser kalles standardlys, og kulehoper er spesielt egnede. De er mer lyssterke enn enkeltstjerner, og kan dermed bestemme avstanden til fjernere galakser.



M15 ligger 50 000 lysår unna.

Disse objektene er også interessante fra et fysisk standpunkt. Når man har så mange stjerner innenfor et så lite område, er det mange interaksjoner som kan finne sted. Prosessene, forbundet med tyngdekraften mellom stjernene, blir svært kompliserte. Tyngdekraften fra en gitt stjerne virker jo på alle de andre i større eller mindre grad. Det skjer energioverføringer som kan føre til at stjerner blir slynget helt ut av kulehopen, og i andre tilfeller kan hele kjernen bli ustabil slik at den kolliderer og dermed blir enda tettere. Det er dette som kan ha skjedd med kulehopen M15 i Pegasus, som har en tydelig kompakt kjerne. Dette kommer frem også i amatørteleskop.

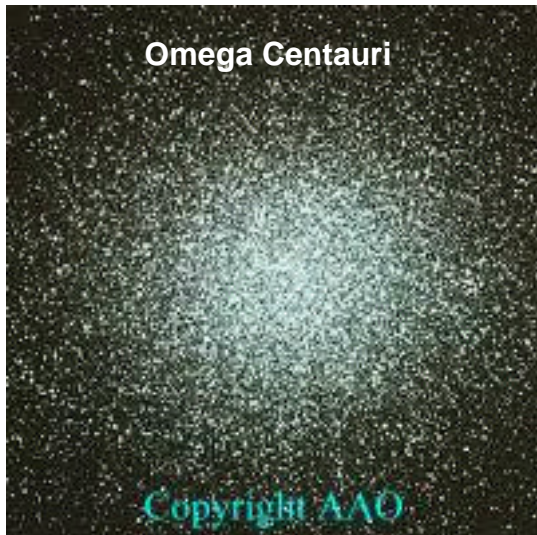
Man er ikke sikker på hva kjernekkollaps kan føre til, men det er usannsynlig at kjernen faller sammen til et svart hull. Andre prosesser igjen kan forhindre kollaps. Når man i tillegg vet at dobbeltstjerner reagerer annerledes enn enkeltstjerner i disse prosessene, så skulle man tro at kulehoper kan gi astronomer mer enn nok å klø seg i hodet med.

En interessant prosess er såkalt "fordampning" av kulehoper. Som stjerner, er heller ikke kulehoper evige. Gravitasjonseffekter fra galaksen kan bidra til en erosjon av dem. Etter hvert som hopen beve-

¹ Tilsynelatende og absolutt lysstyrke er forklart i Corona nr. 1/2000.

ger seg i galaksens tyngdefelt, kan galaksen tiltrekke de ytre delene så mye at disse stjernene blir revet helt vekk. Dermed får hopen som sådan mindre masse og tiltrekningskraft, slik at enda flere stjerner kan rives vekk osv. Man tror at flere hoper kan ha blitt revet i stykker på denne måten. De som er igjen er de som befant seg i "gunstige" baner rundt galaksen. Kanskje utgjør de nåværende kulehopene bare 10% av det opprinnelige antallet.

Kulehoper kan være svært pene å se på også for amatører. Små teleskop vil vise de lyseste kulehopene som diffuse kuler. Med sidesyn, som er mest følsomt for lys, kan du kanskje også ane en oppløsning i enkeltstjerner. Men som med alle deep-sky objekter er lysåpningen på kikkerten (+mørk himmel!) det viktigste når man vil se detaljer. Fra 6-8 tommers diameter og oppover blir mange hoper et vakkert mylder av stjerner, tynnere i kanten, og med utallige stjerner i kjernen. Prøv gjerne høy forstørrelse. Se



om du kan merke forskjell fra en kulehop til en annen. Noen, som M13 i Herkules, har en ganske tykk og fyldig kjerne, mens andre, som M15 og M92 i henholdsvis Pegasus og Herkules, har tettere kjerner med tynnere ytre områder. M13 med total størrelsesklasse 5.9 er for øvrig den flotteste kulehopen som er synlig fra nordlige breddegrader. Den er 23 000 lysår unna, og kan sees med det blotte øyet fra et mørkt sted. M71 i Sagitta (Pilen) er noe av et tvilstilfelle. Man har lurt på om man skal klassifisere den som åpen hop eller kulehop. Til åpen hop å være er den ganske kompakt, og som kulehop er den noe tynn. Den regnes vanligvis som kulehop. Hvis du har mulighet, så se selv og se hva du synes!

Himmelens aller flotteste kulehop regnes for å være Omega Centauri, med en total størrelsesklasse på hele

3,68. Den skal være et fantastisk syn i teleskop, men er dessverre forbeholdt stjerneblikkere mye lengre sør enn oss her i Norge. Den er den største kulehopen, med millioner av stjerner, og utgjør nærmest en liten galakse i seg selv.

Titius-Bodes lov

Av Arne Bjerge

På medlemsmøtet i mai 2000 om solsystemets geologi, kom det spørsmål om Titius-Bodes lov og asteroidebeltet. Følgende er et utdrag fra verket "The Cambridge Encyclopedia of Astronomy", 1977. Den norske utgaven ble utgitt av Gyldendal Norsk Forlag A/S, 1979.

"I 1772 gjorde Johan Bode samtiden oppmerksom på et eiendommelig matematisk forhold som noen år tidligere var blitt oppdaget av Titius. I lang tid ble dette interessante forholdet urettmessig kalt Bodes lov, men nå bruker man betegnelsen Titius-Bodes lov. Den tar utgangspunkt i tallfølgen 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192 og 384. Som vi ser får vi det neste tallet ved å fordoble det foregående, hvis vi starter med 3-tallet. Til hvert av tallene legger vi så 4. Hvis vi lar 10-tallet representere avstanden mellom sola og jorden, gir den tallfølgen vi nå har fått, avstanden til alle planetene, bortsett fra Neptun. Og som tabellen viser, stemmer disse avstandene overraskende godt overens med de virkelige størrelsene. I 1772 kjente man ikke til Uranus, Neptun og Pluto, men da Uranus ble oppdaget i 1781, passet den godt inn i tallfølgen. Det er imidlertid ikke tilfelle med Neptun, mens Pluto følger lovmessigheten hvis vi lar den komme etter Uranus. Titius-Bodes lov gir rom for en planet mellom Mars og Jupiter i avstand 28 i den skalaen som her blir brukt. En slik planet ble oppdaget av G. Piazzi 1. januar

1801, den første dagen i det nittende århundret. Dette var Ceres, og i Titius-Bodes skala ble avstanden målt til 27.7, i god overensstemmelse med den forutsagte verdien 28. Senere har man funnet en mengde slike småplaneter eller asteroider som kretser rundt sola i omtrent samme avstand som Ceres. Ingen har hittil kunnet gi en tilfredsstillende forklaring på Titius-Bodes lov. Antakelig dreier det seg bare om tilfeldigheter. Det høres kanskje lite sannsynlig ut, men vi må ikke glemme at "loven" bygger på mange antakelser! Startpunktene 0 og 3 er valgt helt tilfeldig, vi velger selv fordoblingsregelen som gir den første tallfølgen, og til slutt bestemmer vi oss for å addere 4 til hvert tall. Ikke noe av dette er gjort ut fra fysiske argumenter. Når vi så endelig har kommet fram til tall som stemmer for de indre planetene, har vi likevel problemer med Neptun, som ikke passer inn i mønsteret."

<i>Planet</i>	<i>Avstand i følge Titius-Bodes lov</i>	<i>Virkelig avstand</i>
Merkur	4	3,9
Venus	7	7,2
Jorden	10	10,0
Mars	16	15,2
-	28	-
Jupiter	52	52,0
Saturn	100	95,4
Uranus	196	191,8
Neptun	-	300,6
Pluto	388	394,4

Undersøkelsen om medlemsmøtene

Av Tone-Lill Seppola

De som ikke har fått med seg resultatene fra undersøkelsen får her en grov oversikt. Vi fikk inn 19 svar, hvilket vi er fornøyde med.

Del 1

De fleste mener vanskelighetsgraden av foredragene hittil har vært passe. Når det gjelder varighet, synes de fleste at passe lengde på hovedforedrag er 45 min, og samlet møtelengde 2 timer. Dessuten synes de fleste at vi kun bør ha møte en gang per måned. Når det gjelder møtetidspunkt, synes 44% at vi bør starte kl 19:00, 39% synes 19:30, og 17% synes 20:00. Ved valg av ukedag ligger tyngden på onsdager, men resultatene er så jevne at møtedag vil variere. Fredager og helgedager ble nedstemt.

Vi spurte medlemmene om det var noe de savnet/ønsket på møtene. "Lysbildekvelder", "videokvelder" og "mer tid til uformelle diskusjoner" var noe mange ville ha, mens "gruppearbeid" og "mer tid til spørsmål og svar" var halvparten for og halvparten imot.

Del 2

Her kunne en velge emner, og de syv mest populære var (stemmetall i parentes):

1. "Kosmologi" (14)
2. "Observasjonsteknikker" (8)
3. "Kikkerter/film/utstyr" (7)
"Stjernebilder/mytologi" (7)
5. "Planeter og stjerners daglige bevegelser over himmelen" (6)
"Liv i universet" (6)
"Avstander i universet" (6)

Har du ellers et ønske om emne er det bare å si fra.

Jorda, vår planet sett i et astronomisk og geologisk perspektiv

Av Terje Bjerkgård.

Jorda, vår planet blir ofte glemt når det gjelder astronomi. Dette er svært ufortjent. Ikke bare er den planeten vi lever på; det er også det himmellegemet vi vet mest om. Denne viten danner dermed også grunnlaget for vår forståelse av resten av solsystemet og dets opprinnelse. Derfor vil jeg forsøke å gi en liten innføring i vår planets plass i astronomien, historie og også litt om dens geologi.

Jorda i tørre tall

Jorda er den 3. planeten i solsystemet sett fra sola og ligger 149.6 millioner km fra Sola (varierer mellom 147 og 152 millioner km), en avstand som også kalles en astronomisk enhet (ae el. AU). Jorda bruker 365.25636 døgn på en runde rundt sola og 23 timer 56 minutter 4.2 sekunder på en rotasjon rundt sin egen akse. Gjennomsnittshastigheten i banen er 29.79 km/s eller vel 107000 km/t. Jorda har en ekvatorradius på 12756 km, mens poldiameteren er 12712 km, altså 44 km mindre. Dette er bare vel 500 km større enn Venus, men nesten dobbelt så stor som Mars og mer enn 2.5 ganger Merkur (se tabellen nedenfor).

	Merkur	Venus	Jorda	Mars	Jupiter
Masse (kg)	3.303x10 ²³	4.869x10 ²⁴	5.976x10 ²⁴	6.421x10 ²³	1.900x10 ²⁷
Masse (Jorda=1)	0.055	0.815	1.000	0.107	317.94
Ekvatorradius (km)	2439.7	6051.8	6378.14	3397.2	71492
Ekvatorradius (J=1)	0.383	0.949	1.000	0.533	11.209
Tetthet (g/cm ³)	5.42	5.25	5.52	3.94	1.33
Rotasjonstid	58.65 d	-243.02 d	23.9345 t	24.6229 t	9.92496 t
Aksevinkel (grader)	0.00	177.36	23.45	25.19	3.13
Omløpstid	87.969 d	224.701 d	365.356 d	686.98 d	11.859 år
Omløpshastighet (km/s)	47.88	35.02	29.79	24.13	13.07
Gj. Overflatetemperatur	179 °C	482 °C	15 °C	-63 °C	-121 °C
Atmosfærisk sammensetning	He – 42% Na – 42% O – 15% Andre – 1%	CO ₂ – 96% N – 3% Andre – 1% SO ₂ , H ₂ O, Ar, He, Ne, HCl, HF	N – 77% O – 21% Andre – 2%	CO ₂ – 95.3% N – 2.7% Ar – 1.6% O – 0.13% CO, H ₂ O, Ne, Kr	H – 90% He – 10%

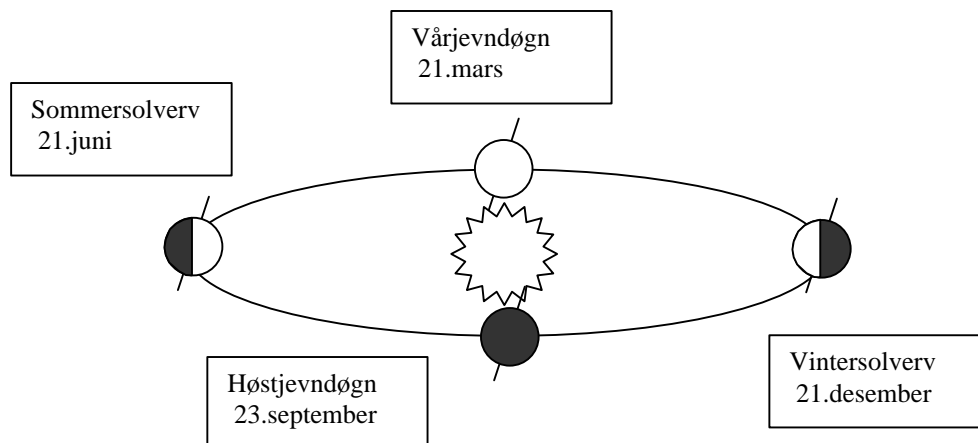
	Saturn	Uranus	Neptun	Pluto	Charon
Masse (kg)	5.688x10 ²⁶	8.686x10 ²⁵	1.024x10 ²⁶	1.29x10 ²²	1.77x10 ²¹
Masse (Jorda=1)	95.181	14.535	17.135	0,00216	0,000296
Ekvatorradius (km)	60268	25559	24746	1160	635
Ekvatorradius (J=1)	9.4494	4.0079	3.8799	0.1819	0.0996
Tetthet (g/cm ³)	0.69	1.29	1.64	2.05	1.83
Rotasjonstid	10.233 t	-17.9 t	16.11 t	-6.3872 t	6.3872 t
Aksevinkel (grader)	25.33	97.86	28.31	122.52	
Omløpstid	29.458 år	84.01 år	164.79 år	248.54	248.54
Omløpshastighet (km/s)	9.67	6.81	5.45	4.74	
Gj. Overflatetemperatur	-125 °C	-193 °C	-193 til – 153 °C	Kaldt!	Kaldt!
Atmosfærisk sammensetning	H – 97% He – 3%	H – 83% He – 15% CH ₄ – 2%	H – 85% He – 13% CH ₄ – 2%	CH ₄ , N	?

--	--	--	--	--	--

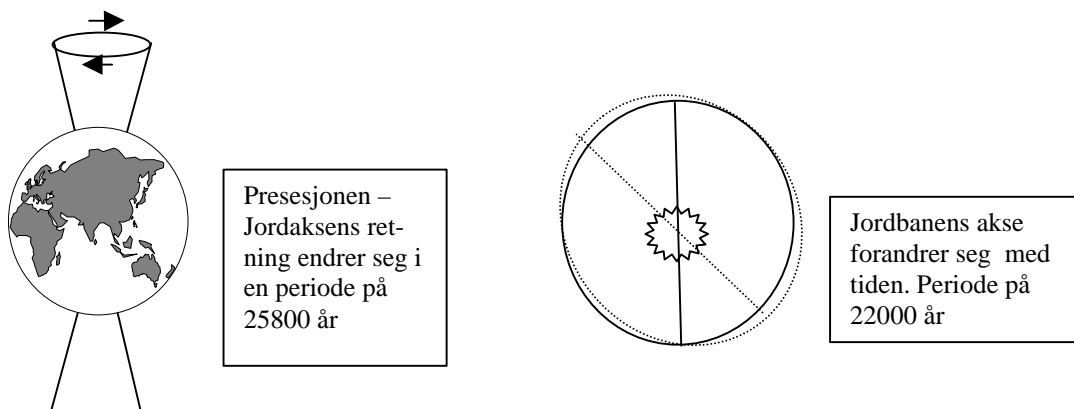
Dette blir jo smått sammenlignet med gassgigantene, f.eks. er Saturn- og Jupiters diametere 9.4 og 11.2 ganger større enn Jorda. Sola er hele 109 ganger større enn jorda i diameter. Imidlertid tar Jorda det igjen når det gjelder tetthet: Jorda har den største tettheten av planetene med 5.52 g/cm^3 , mens f.eks. Jupiter har tetthet på bare 1.31 g/cm^3 , Saturn bare 0.70 g/cm^3 (dvs. mindre enn vann!) og Sola som består vesentlig av lette gasser har en tetthet på 1.41 g/cm^3 . I det hele tatt, som tabellen viser, det er de indre planetene som har størst tetthet. Hvorfor? Dette har sitt opphav i solsystemets dannelse, som jeg kommer tilbake til.

Jordbanen, årstidsvariasjoner

Jordbanen ligger i et plan som går gjennom Sola, ekliptikken. De andre planetene danner tilsvarende plan, men med en liten vinkel i forhold til ekliptikken. Derfor skal det mye til at planetene for eksempel passerer på samme punkt på himmelen til samme tid (formørker hverandre, eller f.eks. Venus og Merkurpassasjer foran Sola). Jordas rotasjonsakse danner en vinkel på $23^\circ 27'$ med ekliptikkplanet. Dette innebærer at Sola beveger seg nordover og sørover på himmelen i løpet av et år. Sommersolverv inntreffer når sola når lengst nord, dvs. 22. juni. Da vil sola stå rett opp på $23^\circ 27' \text{ N}$ og alle som bor nord for $90^\circ - 23^\circ 27' \text{ N} = 66^\circ 33' \text{ N}$ vil ha midnattsol (polarsirkelen). Linjen på jorda hvor dette skjer, altså sola rett opp, kalles Krepsens vendekrets. Tilsvarende har vi da vintersolverv 22. desember når sola står lengst sør og linjen på $23^\circ 27' \text{ S}$ kalles Steinbukkens vendekrets. På ekvator står sola akkurat i senit to ganger i året, en gang den 21. mars når Sola er på vei nordover og en gang 23. september når Sola er på vei sørover. Dette kalles henholdsvis vår- og høstjevndøgn, fordi da er dag og natt like lange over hele Jorda.



Nå er faktisk jordaksens retning ikke konstant, men den dreier seg sakte rundt i løpet av 25800 år. Dette innebærer at om 500 år vil ikke Polaris lenger være vår Polstjerne. Avstanden avtar fram til 2095 for så å øke. Om ca. 13000 år vil Vega være vår Polstjerne i stedet. Det er også en mindre forstyrrelse pålagret denne 25800 års syklusen, med en periode på 18.6 år. Denne er kalt nutasjonen.



Jordens bane rundt solen varierer fra å være en nesten perfekt sirkel til å være svakt elliptisk. Variasjonen har en periodisitet på mellom 100 000 og 400 000 år. Endringene har en effekt på kontrasten mellom årstidene. I tillegg forandrer jordbanens akse retning med tiden over en periode på noe over 22000 år. I dag er den nordlige hemisfære nærmest solen på vinteren, mens den sydlige hemisfære er nærmest solen om sommeren. For 11100 år siden var det motsatt.

Solsystemets dannelse

Ved Big Bang for 12-14 milliarder år siden ble de letteste elementene dannet, dvs. hydrogenisotopene hydrogen og deuterium, samt helium. Alle de tyngre elementene opp til jern ble senere dannet ved fusjonsprosessene som foregår i stjernene, dvs. i svært massive superkjemper. Enda tyngre elementer (opp til uran) ble dannet i supernova-ekspløsjoner. Siden både Jorda og vi inneholder jern og tyngre elementer i forholdsvis store mengder, kan vi godt si at vi er bygget opp av stjernestoff.

Allerede i 1796 mente Laplace at planetene var dannet ved gravitativ kollaps av en gassky. I følge gode gamle Newton skulle nemlig en gassky som trekker seg sammen, øke rotasjonshastigheten og utvikle seg til en diskosform med en fortykket sentraldel. Etterhvert vil dette materialet konsentrere seg i ringer. Disse ringene vil så konsentrere seg til klumper (protoplaneter) som vil bevege seg i bestemte baner. Disse vil på grunn av sin masse trekke til seg mindre klumper. Således ender vi opp med noen få protoplaneter til slutt. Når disse trekker seg sammen vil disse også danne egne diskoser som igjen vil konsentreres. Således får vi planeter med måner. Dette forklarer hvorfor planetene ligger i et bestemt plan (som vi kaller ekliptikken) og hvorfor de aller fleste planetene og månene går rundt solen i samme retning og roterer samme vei (viktigste unntak er Venus). Kjemisk sammensetning på noen meteoritter tyder på at det i solsystemets tidligste stadium skjedde en supernova-ekspløsjon like i nærheten av "vår" gass-sky. Det er mange ting som tyder på at selve sammentrekningen faktisk ble forårsaket av denne kosmiske begivenheten! Så hadde det ikke vært for en nabostjernes død, så.....

Så hva med de klare sammensetningsforskjellene i solsystemet? Jo, denne modellen forklarer det også. Når støv- og gasskyen trakk seg sammen, økte temperaturen dramatisk og det meste av materialet smeltet eller fordampet. Kondensering av materie vil kunne skje når temperaturen faller i de ytre deler av skyen og akkurat dette skjedde i følge beregninger med datamaskiner. Det er akkurat som om kuldefronter beveget seg innover i skyen etterhvert som temperaturen sank. Først krystalliserte oksydene av kalsium, silisium og titan, deretter metallisk jern, magnesiumsilikater, andre silikater og sulfider, hydrosilikater og is. Is har sannsynligvis bare krystallisert i de ytterste delene av skyen, hvor temperaturen falt under null grader og forklarer hvorfor vi har gassgigantene der ute, mens de indre planetene er dominert av stein og metall. Denne differensiasjonen ble forsterket av at de lette bestanddelene ble blåst utover av strålingsstrykket fra Sola.

Alt dette skjedde altså for 4.6 milliarder år siden. Hvordan vet vi dette? Jo, her kommer meteorittene inn! Disse er klumper av materie som fremdeles fanges inn av planetene. Dannelsen av solsystemet er ikke fullført ennå! Meteorittene representerer altså urstoffet i solsystemet og forteller mye om hvordan det ble dannet. De kan også dateres. Til dette bruker vi geologiske klokker, nemlig isotoper av elementene uran, thorium og samarium. Dette er alle radioaktive isotoper og brytes ned til bly (uran og thorium) og neodymium (samarium). Dette skjer hele tiden, men i et bestemt forhold, slik at vi vet nøyaktig når for eksempel halvparten av alt uran i en gitt mengde er brutt ned til bly. Dette kalles halveringstiden. Derfor, dersom vi måler hvor mye uran vi har igjen og hvor mye bly som er dannet og vi vet halveringstiden, kan vi regne ut når uranet krystalliserte. De aldrene vi får, er 4.6 milliarder år.

Jordas videre utvikling

Som følge av effektene av energi frigitt ved akkresjonsprosessene, radioaktiv oppvarming, sterk stråling fra soldannelsen og hyppige kollisjoner med mindre himmellegemer, var protojordas egenvarme mye høyere enn det vi har i dag. En liten metallisk kjerne begynte å utvikle seg da planeten hadde ca. halvparten av massen den har i dag. De tyngre metallene, for det meste jern og nikkell, sank innover

og presset dermed de lettere silikatene utover. Dette frigjorde ytterligere varme og de ytterste delene av planeten ble dekket av store hav, ikke av vann, men av smeltet stein – magma.

Så, inn i denne ildmørja og for ca. 4 milliarder år siden ble jorda sannsynligvis truffet av en annen, ganske liten protoplanet. Denne må ha truffet litt på skrå, slik at deler av jordas da dannede silikat-mantel ble slynget ut i rommet sammen med rester av den lille protoplaneten. Alt flyktig materiale ble kokt av under sammenstøtet og forsvant ut i verdensrommet. Mye av det resterende materialet unnslopp ikke jordas tyngdefelt, men dannet isteden en ringstruktur rundt oss. Beregninger viser at dette ringsystemet ikke var stabilt, men kondenserte etter hvert til vår måne. Grunnen til at vi kan være ganske sikre på at denne teorien er riktig, er takket være Apollo-ferdene. De brakte nemlig tilbake materiale fra Månen som er blitt grundig studert og analysert. Det er både store likheter og forskjeller mellom Jorda og Månens sammensetning som best kan forklares med en slik katastrofe-teori.

Energien som ble frigjort under denne kollisjonen førte til at temperaturen på jordas overflate umiddelbart steg til over 6000 °C og store deler av både skorpe og mantel ble omgjort til gass. Alt det som eventuelt var dannet av atmosfære ble blåst vekk, og tilbake lå en jord badet i flytende magma med en temperatur på 1200-1500 °C. Men utrolig nok: Allerede noen få hundre millioner år senere, for ca. 3.5 milliarder år siden, var bakterielt liv utviklet. Dette vet vi fordi vi finner fossiler, altså forsteininger, av disse på flere steder i verden.

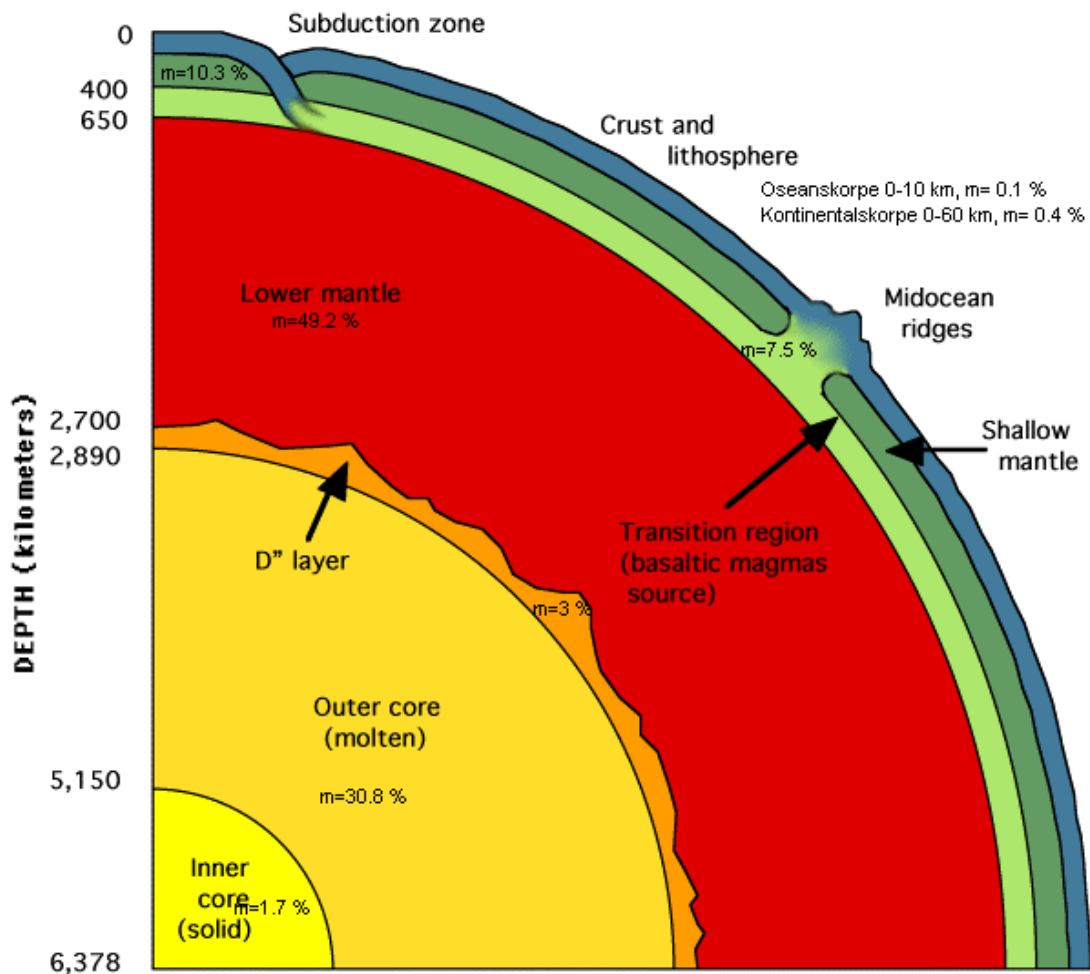
Etterhvert oppstod det høyere livsformer og blågrønne alger oppstod for omtrent 2.7 milliarder siden. Disse var viktige for videre utvikling av liv fordi de produserte oksygen ved hjelp av fotosyntese. Før dette var det nemlig ikke fritt oksygen i atmosfæren. De første organismene med skall kom for ca. 570 millioner år siden. De første landplantene kom for 390 millioner år siden, mens de første dyrene krøp opp fra havet for 320 millioner år siden. Pattedyrene dukket opp for 180 millioner år siden, midt blant en herskare av forskjellige dinosaurer. Da dinosaurene døde ut for 65 millioner år siden overtok pattedyrene planeten og utviklingen gikk nå fort. Imidlertid kom den første oppreiste humanoiden – Homo Erectus først for 2 millioner år siden, mens det moderne menneske først dukket opp for 70 tusen år siden. Dette er meget seint i historisk perspektiv. For å fatte dette bedre, kan vi bruke klokka som analogi. La oss sette hele jordas historie fra 4.6 milliarder år og fram til i dag til 24 timer (Tabell 2). Da ser vi at det gikk nesten 10 timer før oksygen ble fritt i atmosfæren, det var mindre enn 1 time igjen av døgnet da pattedyrene oppstod, mens det moderne mennesket dukket opp først 2 sekunder før døgnet var omme!

Begivenhet	Tid (år)	Klokketid
Første livsformer	3500 millioner	5 ^t 44 ^m 21 ^s
Første flercellede organismer	570 millioner	21 ^t 01 ^m 34 ^s
Første landplanter	390 millioner	21 ^t 57 ^m 55 ^s
Første krypdyr	320 millioner	22 ^t 19 ^m 50 ^s
Første pattedyr	180 millioner	23 ^t 03 ^m 39 ^s
Dinosaurer dør ut	65 millioner	23 ^t 39 ^m 39 ^s
Homo Erectus	2 millioner	23 ^t 59 ^m 22 ^s
Homo Sapiens	70 tusen	23 ^t 59 ^m 58 ^s
Kristi fødsel	2 tusen	23 ^t 59 ^m 59 ^s 96 ^{ms}
Den industrielle revolusjon	100 år	23 ^t 59 ^m 59 ^s 998 ^{ms}

Jordas indre

Hvordan vet vi hvordan jorda er oppbygd og sammensatt? Jo, noe finner vi ut ved å studere de bergartene som dannes fra smelte som kommer nedenfra. Imidlertid, dette gjelder bare de ytterste ca. 100 km. Husk at jordas radius er nesten 6400 km. Resten er det seismologien som hjelper oss med og sammensetningen av solsystemet slik vi kjenner det fra meteorittene og de planetene vi har undersøkt (særlig Mars og Månen). Seismologi er læren om jordskjelv. Når et jordskjelv utløses, dannes det kraftige vibrasjoner eller bølger som forplanter seg gjennom og rundt jorda. Vi snakker gjerne om tre typer bølger, overflatebølger som går langs overflaten, skjærbølger som beveger seg vinkelrett på be-

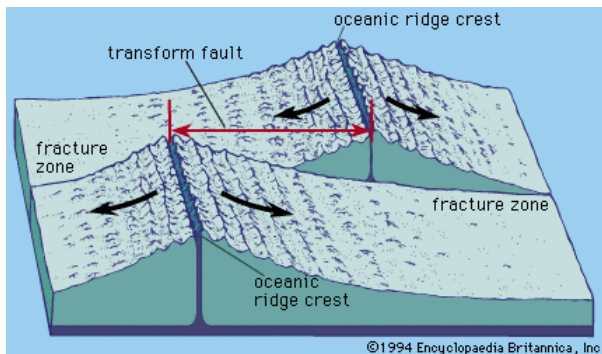
vegelsesretningen og kompresjonsbølger som beveger seg i bevegelsesretningen. Kort sagt beveger disse bølge seg forskjellig i forskjellig materie og med forskjellig hastighet. Således ved å analysere diagrammene som en seismograf tar opp kan vi finne ut om jordas indre.



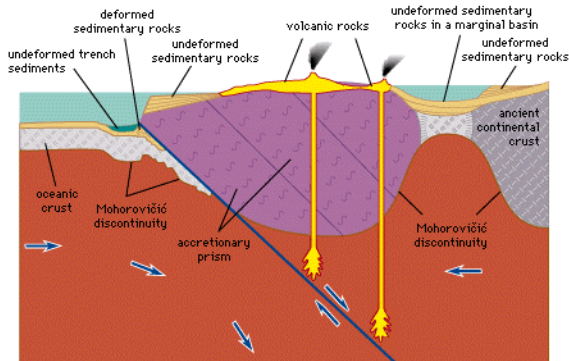
Jorda deles inn i kjerne, mantel og skorpe. Den indre kjernen er 1230 km i radius, er fast og består vesentlig av jern, dette er veldig sannsynlig fordi tetthet og respons på seismiske bølger, og magneto-elektriske egenskaper passer, og ikke minst fordi jern er det desidert vanligste elementet i universet med de egenskapene. Trykket her inne er enormt - mer enn 3 millioner atmosfærer, temperaturen er noe over 4000 °C og tettheten 12-13 g/cm³ (altså 12-13 ganger så tungt som vann). Utenfor har vi den ytre kjernen i et 2260 km tykt lag og består av smelte med en lavere tetthet enn den indre kjernen. Den består av ca. 90 % jern med ca. 10 % svovel og oksygen. Den er elektrisk ledende og det foregår strømning her. Sammen med jordas rotasjon skaper dette vårt magnetfelt. Utenfor et 190 km tykt overgangslag finner vi den nedre mantelen som utgjør et 2240 km tykt lag og nesten 50 % av Jordas masse. Hovedelementene her er silisium, magnesium, oksygen og noe jern, kalsium og aluminium. Igjen er dette basert på antakelser om at jorda har sammensetning som visse meteoritter og sola når det gjelder forhold mellom tyngre stoffer. Den nedre mantelen er fast. Over ligger et 250 km overgangslag, som antakelig er kilden til basaltiske smelter som kommer opp langs midthavsryggene. Den øvre mantelen danner et lag fra 10-400 km dyp. Den undre og mesteparten av denne mantelen, asthenosfæren er delvis smeltet. Over ligger en fast del av mantelen – lithosfæren som med en skarp grense går over i det tynne laget som danner skorpen. Den faste skorpen er fra 10 km tykk under verdenshavene til over 60 km under kontinentene. Regner vi 30 km som et gjennomsnitt utgjør skorpen bare 0.4 % av jordas radius!

Platetektonikk

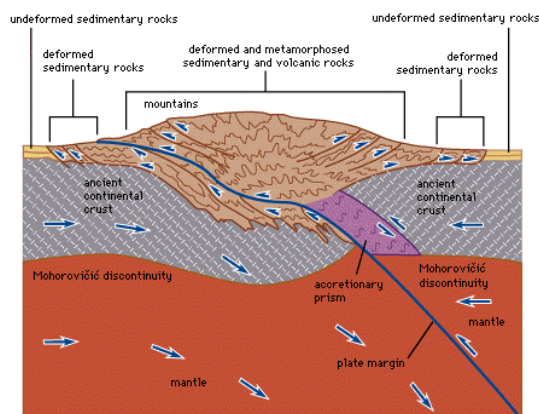
Skorpen er inndelt i en rekke plater, hvorav åtte hovedplater. Vi tilhører den såkalte Eurasiske platen. Platene beveger seg i forhold til hverandre, flytende på den smeltede mantelen eller asthenosfæren. Dette innebærer at vi har forskjellige typer plategrenser. a) Spredningsrygger, der platene glir fra hverandre. Dette er typisk på havbunnen og her dannes det ny skorpe av bergarten basalt hele tiden. b) kollisjonssoner, der to eller flere plater kolliderer med hverandre. Her glir en plate under en annen, mest vanlig er det at en havbunnsplate glir under en annen havbunnsplate, eller under et kontinent. Platen som forsvinner ned vil bli utsatt for stor varme og høyt trykk og vil sammen med den nå overliggende mantelen smelte og danne vulkanisme. Slik dannes det som heter en øybue, som består mye av bergarten andesitt. Disse såkalte subduksjonssonene danner de dypeste grøftene på jorden og kan bli over 11000 m dype. Vi kan også ha kollisjon mellom et kontinent og en øybue eller et annet kontinent. Dette fører til at bergarter blir presset sammen og danner høye fjell. Himalaya dannes i dag på den måten ved at India kolliderer med den Eurasiske platen. Disse kollisjonssonene er de mest urolige tektonisk sett og er stadig utsatt for store og små jordskjelv. Størsteparten av Norge består av restene av en fjellkjede som ble dannet ved kollisjon med Nord-Amerika for ca. 400 millioner år siden, nemlig den kaledonske fjellkjede. Under slike kollisjoner kan ofte gammel havbunnskorpe skyves inn og oppover land. Dette har vi mye av her i Trondheim, nemlig grønnstein som er omdannet basalt.



Spredningsrygg, der to plater glir fra hverandre. I spalten som dannes kommer smelte opp fra mantelen og danner ny skorpe. Temperaturen på smelten er over 1000 °C.



Kollisjonssone der en havbunnskorpe kolliderer med et kontinent. Havbunnskorpen forsvinner ned i mantelen og delvis smeltes, stiger opp og danner vulkaner. Eksempel er Andesfjellene i Sør-Amerika.



Kollisjonssone der to kontinenter kolliderer. Bergartene på overflaten presses og skyves sammen og danner høye fjell. Eksempler er Himalaya og Alpene.

Hva med vulkanske og tektoniske prosesser på de andre planetene?

Merkur minner sterkt om månen, full av krater som den er. Faktisk holdt hele planeten på å sprenges i filler ved kollisjon med et stort legeme for ca. 4 milliarder år siden. Resultatet ble Caloris-bassenget, et 1300 km stort krater. Sjokkbølgene forplantet seg rundt planeten og skapte et kaotisk bruddsystem akkurat på andre siden av planeten. Mariner 10 sonden oppdaget at planeten har et svakt magnetfelt, noe som tyder på at deler av kjernen fremdeles er smeltet. Dette er uventet fordi planeten burde ha stivnet for lengst. Forskerne mener at dette kan skyldes at det er en god del jernsulfider til stede (lave smeltepunkt enn rent jern). Ellers er planeten preget av et system av uregelmessige, svakt buede brattkanter som kan være over 1000 m høye! De kan ha lengder på flere hundre kilometer. Disse er sannsynligvis dannet da Merkur trakk seg sammen under avkjølingen.

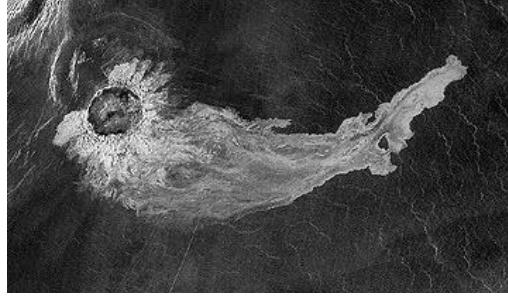
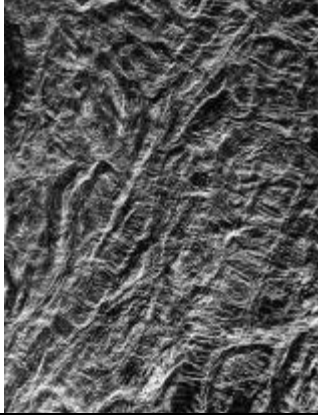
Venus er mer spennende geologisk sett. Dette er fremdeles en geologisk aktiv planet i motsetning til Merkur og Mars. Dette er også vår tvillingplanet i rommet, både like store og like tunge som de er. På Venus er dagen lenger enn året, dvs. henholdsvis 243 og 225 dager! Dette kan skyldes at Venus i sin tidlige historie ble truffet av et himmellegeme så stort at rotasjonsretningen ble reversert.

Venusatmosfæren består vesentlig av CO₂ mens f.eks. vanninnholdet er bare en tusendels prosent. Ellers er innholdet av SO₂ betydelig. Denne forskjellige atmosfæren fra Jordas har sammenheng med forskjeller i den opprinnelige sammensetningen av planetene. Jorda inneholdt altså opprinnelig mye mer vann og det samme gjaldt forøvrig også Mars.

Venus har i likhet med Jorda kontinenter, de største er Ishtar Terra og Aphrodite Terra. Disse rager 2-5 km over det omliggende slettelandet. I forbindelse med, og langs kanten av disse kontinentene opptrer det som er kalt tessera-terrenger som består av langstrakte kurvede rygger og daler som krysses av rette skarpe sprekker. Disse er sannsynligvis dannet ved henholdsvis sammenpressing og senere utvidelse – ekstensjon, altså noe som kan være platetektoniske prosesser. Maxwell Montes ligger øst på Ishtar Terra og er et 12 km høyt høylandsterreng som kan være dannet på samme måte som Himalaya blir dannet i dag, altså ved sammenpressing av skorpen.

Det meste av Venusoverflaten utgjøres av et relativt ungt udeformert vulkansk materiale. Enorme skjoldvulkaner som også finnes på Jorda og Mars kan ha diametre opptil 250 km og være opptil 3000 m høye. Ellers har vi pannekake-domer som er sirkulære, 20 km store og inntil 1000 m høye strukturer bygget opp av særlig tykflytende lava. Et annet spennende vulkansk trekk er de såkalte "Coronastrukturene", som er konsentriske bruddsystemer, av og til forbundet med riftlignende strukturer eller sprekker. Det viser seg at disse strukturene fremdeles er aktive og antakelig viser hvor det er strømming oppover i mantelen, akkurat som vi ser på jorda, f.eks. under Island og Hawaii. Et annet tegn på at disse er aktive er at innholdet av SO₂ i atmosfæren endrer seg raskt med store utslag. Dette er akkurat det som vi kan vente på en planet med store vulkanske utbrudd og med gassutslipp ut i atmosfæren. Dette ser vi også på Jorda. Baltis Vallis er det største canyonsystemet kjent i solsystemet, hele 6800 km langt (sammenlign Valles Marineris på Mars – 4000 km) og er dannet ved enorme utbrudd av lett-flytende karbonat- og svovelrike smelter. Alle disse strukturene ligger spredt utover enorme slette-landskaper som utgjøres av basaltlava. Disse er veldig ensartede over det hele, noe som sammen med at høyfjellsområdene stikker opp gjennom lavaene, tyder på at lavaslettene ble dannet under en enorm vulkansk hendelse for mindre enn 500 millioner år siden.

I motsetning til Jorda som er preget av horisontale platebevegelser, er Venus preget av oppovernedover tektonikk i dag. Dette kan skyldes at vanninnholdet i magmaet på Venus er mye lavere og at det derfor vanskelig lar seg deformere. Slik vil nok utviklingen også gå på Jorda. Når Solas liv går mot slutten vil utstrålingen øke, vannet vil fordampe og plateprosessene vil derfor etterhvert stoppe opp.

	
<p><i>Addams krateret på Venus. Lava har nylig strømmet ut fra det 90 km store krateret.</i></p>	<p><i>Dette bildet fra et av høyfjellsområdene på Venus, viser at bergartene har vært utsatt for sammenpressing og folding i to retninger, tilsvarende til det vi finner på Jorda.</i></p>

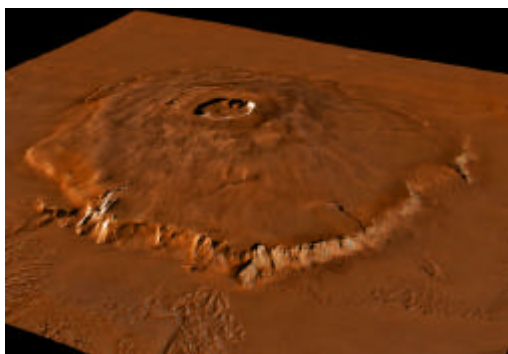
Mars har opp gjennom tiden blitt hevdet å ha liv. I forrige århundre påstod Schiaparelli at det fantes kanaler bygget av marsboere for vanning og at fargeforandringer skyldtes årstidenes påvirkning av Marsvegetasjonen. Romsondene viste oss jo at dette ikke stemte og heller ikke fant de tegn til liv på planeten. Likevel, planeten har i tidligere tider vært svært aktiv geologisk sett. Vulkanene er større, bruddsystemene er lenger, canyonene er dypere og flomkatastrofene har vært voldsommere enn de vi har på vår planet. I dag raser støvstormer på Mars som gjør at overflaten ikke er synlig på uker og måneder.

Som de andre terrestriske planetene har Mars gjennomgått en kjemisk differensiasjon, slik at den har en jern-rik kjerne, men pga. størrelsen er mantelen totalt størknet, slik at i dag er det ingen vulkansk aktivitet. Platetektoniske prosesser slik vi kjenner de fra Jorda har ikke vært aktive på Mars, istedet har smelte kommet opp til overflaten i noen enorme tilførselsrør i to områder, Tharsis og Elysium, som også utgjør enorme plataer som rager mer enn 10 km over resten av overflaten. Her troner solsystemets største vulkaner, med Olympus Mons som kongen, hele 26 km høy og 550 km tversover! Bare krateret på toppen er 90 km i diameter. Disse vulkanene må ha vært aktive i flere hundre millioner år og er kanskje så unge som 150 millioner år i følge noen marsmeteoritter. Den sørlige halvdel av Mars er vesentlig eldre enn den nordlige, noe som viser seg ved hyppige meteorittkratre i dette høylandet. Den nordlige er kjennetegnet ved lavtliggende sletteland dannet ved vulkanisme, kanskje for 500 millioner år siden.

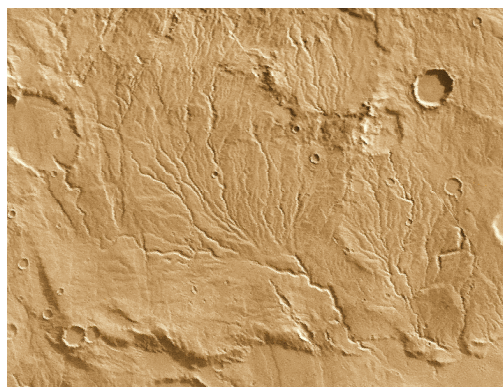
Sprekkesystemer, slik som de vi finner i Nordsjøen, eller for den del, Grand Canyon i USA, dannes ved fortynning og strekning av skorpen. Slike strukturer finnes også på Mars, mest imponerende er Valles Marineris, 4000 km i øst-vest retning, opptil 600 km bred og inntil 7000 m dyp! Den største strukturen på Jorda, Grand Canyon har til sammenligning målene 450 km, 30 km og 1600 m.

Det mest spennende er kanskje det at Mars tidligere må ha hatt mye vann. Dette viser seg ved uttørrede elvedaler og store sedimentavleiringer. Sedimenter er dels avsatt i de dype canyonstrukturene i form av enorme innsjøer. Dette vannet ble antakelig dels frigitt i forbindelse med meteorittnedslag og samlet seg så i fordypninger. Når barrierene, demningene som holdt vannet brast skapte dette dype elvegjel og oversvømmet store områder på overflaten. Slike elveskapte gjel kjenner vi også hos oss i Norge. Det best kjente er Jutulhogget.

Mars har imidlertid for liten masse til å kunne holde på vannet som ble dannet under planetens differensiasjon, og sakte men sikkert forsvant det ut i verdensrommet. Noe er fremdeles igjen i polkalottene og under overflaten nær polene i form av permafrost. Nye data fra Marssonnen Global Surveyor tyder imidlertid på at vann fremdeles til tider renner på overflaten (se Corona nr. 2/2000).



Olympus Mons, solsystemets største og høyeste vulkan. For å bli så stor må den ha vært aktiv i flere 100 millioner år.



Forgrenede elvesystemer på Mars, tilsvarende det vi finner på Jorda.

Andre aktive legemer i Solsystemet er Jupitermånen Io med sine mange vulkaner, Jupitermånen Europa med sin oppsprukne isoverflate over et hav(?) og Neptunmånen Triton med geysirer av flytende nitrogen, støv og/eller metan.

Det er altså noen likhetstrekk, men mest forskjeller mellom Jorda og de andre planetene når det gjelder geologiske prosesser og sammensetning. Likevel, er det klart at det vi finner ut om Jorda, betyr svært mye for forståelsen av vårt solsystem. For utvikling av liv slik vi kjenner det, har vår planet riktig sammensetning og avstand fra sola. Den kjemiske sammensetningen har nøye sammenheng med avstanden fra sola. Dette kan vi tydelig se på forskjellen mellom Jorda og våre to planetnaboer, Mars og Venus. Forskjellene er nøye knyttet til dannelsen av solsystemet. Ser vi vår planet i et enda større perspektiv; er det klart at kjemien er styrt av sammensetningen til den opprinnelige gass-skyen som solsystemet ble dannet fra. Andre skyer i vår galakse vil kanskje ha en helt annen kjemisk sammensetning og vil da ikke kunne danne grobunn for liv slik vi kjenner det!

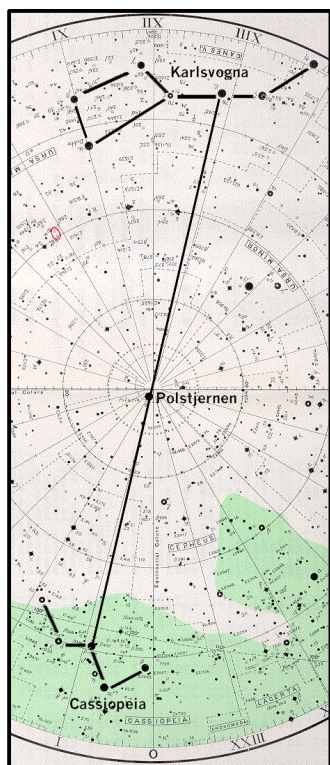
Cassiopeia – Etiopias dronning

Av Birger Andresen

Stjernebildet Cassiopeia er svært karakteristisk. Det består av fem hovedstjerner som danner en litt skjev W som er lett å finne fra Karlsvogna. Cassiopeia ligger i Melkeveien, og så langt nord på himmelen at det aldri går ned under horisonten her fra Norge. Stjernebildet inneholder noen flotte dobbeltstjerner og variable stjerner, samt noen rimelig bra stjernehoper.

I følge Gresk mytologi var Cassiopeia dronning av Etiopia. Hun regjerte sammen med kong Kefeus. Dronningen var svært innbilsk, og hadde klart å fornærme havguden Poseidons døtre, havnymfene, ved å påstå at hun var vakrere enn dem. Som straff sendte Poseidon havuhyret Cetus for å terrorisere Etiopias kyster. Av orakelet fikk kong Kefeus vite at intet annet kunne blidgjøre Poseidon enn å ofre sin datter, Andromeda, til Cetus. Hun ble derfor lenket til en klippe ved kysten i påvente av at Cetus skulle ta i mot offeret. Mens hun stod der, kom Perseus forbi på sin bevingede hest, Pegasus. Han hadde vært i Gorgonenes rike i en av verdens mørkeste avkroker for å drepe Medusa, den styggeste skapningen på jord. Hun var så stygg at enhver som så hennes ansikt straks ble til stein. Perseus hadde allikevel klart å drepe henne slik at han nå var på vei hjem til den onde kongen Polydektes med Medusas hode i en sekk. Polydektes hadde nemlig, i håp om å bli kvitt Perseus på en enkel måte, lurt

ham til å love og drepe Medusas og bringe tilbake hennes hode. Pegasus ble skapt og steg opp fra havet der blod fra Medusas hode traff vannflaten da Perseus flyktet fra Medusas rasende søstre ved hjelp av guden Hermes' flygende sandaler. Perseus så den vakre Andromeda på stranden, og fikk høre hva som var i ferd med å skje. Han gikk i kamp mot Cetus etter at kong Kefeus hadde lovet ham å la ham gifte seg med Andromeda dersom han lyktes i å redde henne og å befri dem fra herjingene til Cetus. Han vant den harde kampen ved til slutt å få havuhyret til å se på Medusas hode. Cetus ble da forvandlet til en stor steinfylt øy utenfor kysten av Etiopia. Til minne om denne historien plasserte gudene Perseus, Kefeus, Cassiopeia, Andromeda og Cetus som stjernebilder i samme område på himmelen. Stjernen Algol i Perseus er Medusas øye.

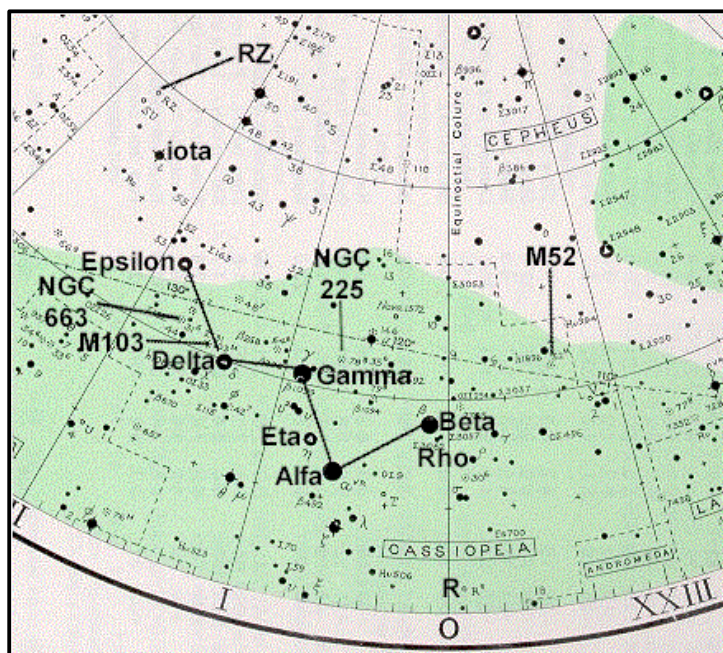


Cassiopeia finner vi ved å trekke en rett linje fra ϵ (epsilon) i Karlsvogna som er en del av Store Bjørn (Ursa Major), gjennom Polstjernen i Lille Bjørn som vist på kartet fra Norton's Star Atlas til venstre. Vi kommer da til γ (gamma) Cassiopeia som er den midterste av de fem sterke stjernene i den litt skjeve W-figuren som vi kjenner som Cassiopeia. Det skyggelagte området markerer Melkeveien. Litt under til venstre for Cassiopeia finner vi Perseus, mens Kefeus er like over til høyre og Andromeda rett under. Videre sørover på himmelen (motsatt av retningen til Polstjernen) fra Andromeda finner vi først Fiskene (Pisces) og så Cetus.

Dobbeltstjerner og variable stjerner.

De fem stjernene i W'en er, regnet fra venstre mot høyre, **e** (epsilon, 3.38 mag.), **d** (delta, Ruchbah, 2.68 mag.), **g** (gamma, 2.40v mag.), **a** (alfa, Schedar, 2.23v(?) mag.) og **b** (beta, Caph, 2.25v mag.), hvor 'v' etter lysstyrken indikerer at stjernen varierer i lysstyrke. β varierer med bare ca. 0.04 mag. over en periode på bare ca. 0.1 døgn, og er trolig av den sjeldne δ -Scutii typen variable stjerner. α synes å ha variert i lysstyrke tidligere, men trolig ikke nå lenger. γ er litt av et mysterium. I 1937 økte den sin lysstyrke til ca. 1.6 mag., og falt så uregelmessig til et minimum på ca. 3.1 mag. i 1940. Deretter har den hatt lange stabile perioder eller variert uregelmessig. Endringene synes å være helt

umulige å forutsi. Det synes å være et skall med gass rundt stjernen. Dette var spesielt stort i 1937 hvor også stjernens temperatur endret seg fra ca. 12 000 til 8 500°C.

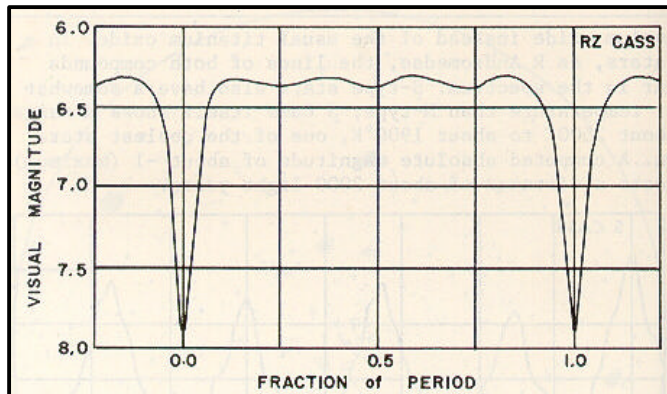


h (eta, 3.47 mag.) Cassiopeia er en av våre best kjente dobbeltstjerner. Den svake komponenten har lysstyrke 7.22, og er ca. 15 buesekunder (") fra den sterkeste stjernen. De to beveger seg merkbart i forhold til hverandre i løpet av f.eks. en tiårs periode. Denne og andre stjerner eller objekter omhandlet i artikkelen finner du på kartet til venstre (bearbeidet fra Norton's Star Atlas).

i (iota) er en av de flotteste trippelstjernene på himmelen. De tre er henholdsvis blå, rød og gul. Stjernen kan splittes (ses som mer enn en stjerne) i et tre tommers (8cm) teleskop dersom forholdene er perfekte.

r (rho) er en interessant, uregelmessig variabel stjerne. Den holder seg gjerne mellom 4.4 og 5.1 mag., men kan plutselig avta til ca. 6 mag. Den tilhører en gruppe variable stjerner som kalles R Corona Borealis stjerner. Den kan ses uten kikkert selv i minimum dersom forholdene er gode, men det er en fordel å bruke kikkert.

R er en lang-periodisk variable stjerne av Mira typen (se side 23 i Corona nr. 4/99). Dens lysstyrke varierer fra ca. 6.5 til ca. 12 mag., og perioden er ca. 430 døgn. Lysstyrken er ca. 100 ganger større ved maksimum enn ved minimum. Det kreves middels store amatørteleskoper og bra forhold for å se den nær minimum.



RZ er en flott formørkelsesvariabel stjerne som krever en liten kikkert. Vanligvis er lysstyrken ca. 6.4 mag., hvilket er på grensen av det man kan se ved perfekte forhold uten kikkert. Så avtar lysstyrken i løpet av to timer til et minimum på ca. 7.8 mag. for så å øke sin lysstyrke med en faktor 3.6 til 6.4 mag. igjen i løpet av de neste to timene. Lyskurven er vist på figuren til venstre fra Burnhams Celestial Handbook. Neste minimum inntreffer ca. 1 døgn 4 timer og 41 minutter etter det

forrige. En interessant ting er at perioden gradvis blir kortere. Man vil få en feil på ca. 43 minutter for en formørkelse beregnet ti år frem i tid ved å bruke en formel som er korrekt i dag. Så her er det tydeligvis betydelige krefter mellom stjernene som kretser rundt et felles tyngdepunkt. Observasjon av denne stjernen og Algol i Perseus (se side 11 i Corona nr. 2/99) anbefales for de som ikke har observert andre formørkelsesvariable stjerner.



Andre interessante objekter.

Det er en rekke mindre stjernehopper (mer eller mindre tette ansamlinger av stjerner) i Cassiopeia, men ingen som er spesielt flotte. Man kan like godt se på andre hopper med mindre man er spesielt interessert i slike. For de spesielt interesserte nevnes **M52** (åpen hop på grensen til Kefeus), **NGC 663** (brukbar åpen hop omtrent midt mellom ϵ og δ), **NGC 225** (åpen hop opp til høyre for og like ved γ) og **M103** (relativt "løs" åpen hop rett til venstre for δ). Det er ingen galakser eller tåker i Cassiopeia som det er verdt å bry seg om uten større kikkerter. Bildet til venstre viser M52, og er hentet fra <http://www.seds.org/billa/dssm/messier.html> som er websidene til Digitized Sky Survey.

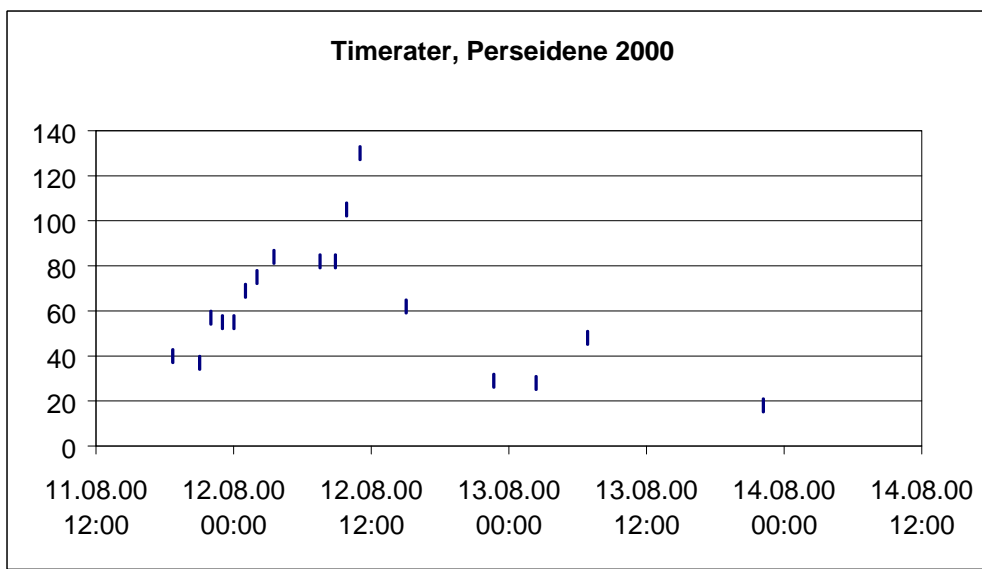
Observasjonsrapporter

Perseidene år 2000

TAF inviterte via sin Epost-tjeneste til observasjon av Perseidene fra Jonsvannet fredag 11. og lørdag 12. august. Været var dårlig på fredag, men lørdag kveld klarnet det opp. Litt skuffet over manglende oppslutning, trolig pga. sen invitasjon, dro jeg alene opp til samme sted hvor ca. 15. TAFere observerte Draconidene i 1998. Jeg hadde installert meg på campingseng med dyne, god hodepute og diverse annet utstyr slik at observasjonen kunne starte rundt midnatt. Det var ca. 10°C og temmelig lys himmel med grensemagnitude på ca. 4–4.5 mag. Det var periodevis ganske mye nordlys. Forholdene var så dårlig at jeg bestemte meg for å ikke forsøke meg på seriøse observasjoner fordi de allikevel ikke ville ha noen reell vitenskapelig verdi. I stedet valgte jeg å bare legge meg tilbake og nyte det som måtte komme av støv fra komet 109P/Swift-Tuttle eller andre stjerneskudd.

I løpet av den neste timen fra 22:05 til 23:05 Universaltid (UT) så jeg 21 stjerneskudd og en rekke satellitter. Av stjerneskuddene var 14 Perseider. Antallet var omtrent som forventet med såpass dårlige forhold og ca. ti timer etter maksimum. Derimot var det litt skuffende at ingen av stjerneskuddene var klarere enn 0. mag. (omtrent som de sterkeste stjernene). Vanligvis gir nemlig Perseidene mange flotte meteorer. Den neste halvtimen var det ikke mange stjerneskudd å se. Kanskje skyldtes dette at jeg begynte å bli temmelig søvnnig. Jeg bestemte meg for å avslutte ca. kl. 01:30 (= 23:30 UT).

På bakgrunn av data fra International Meteor Organisation har jeg laget diagrammet nedenfor som viser at aktiviteten var sunket fra timerater på drøyt 100 ved perfekte forhold ved maksimum til ca. 40 på det tidspunktet som jeg observerte. Det stemmer bra med de ratene jeg faktisk observerte under de rådende forholdene. Tidspunktene på figuren er Universaltid. Nøyaktigheten i timeratene (antall meteorer synlig pr. time ved perfekte forhold) er stort sett ± 5 .



Birger Andresen

Observasjoner av sola i sommer og høst.

Figuren på neste side viser alle mine observasjoner av solflekker i perioden 1. juli - 30. september omregnet til CV verdier etter Maldes system i Helios Nettverk (se Corona nr. 2/2000). Observasjonene ble gjort fra verandaen hjemme med et Celestron-11 teleskop med 28cm speil og brennvidde f/10. Et diagonalprisme og 40 mm okular ble brukt. Prismet økte brennvidden noe slik at forstørrelsen ble litt

større enn de $2800/40 = 70$ ganger som jeg ville fått uten diagonalprismet. Jeg tror forstørrelsen i praksis var knapt 100 ganger, hvilket anses for å være nær det ideelle for observasjon av sola.

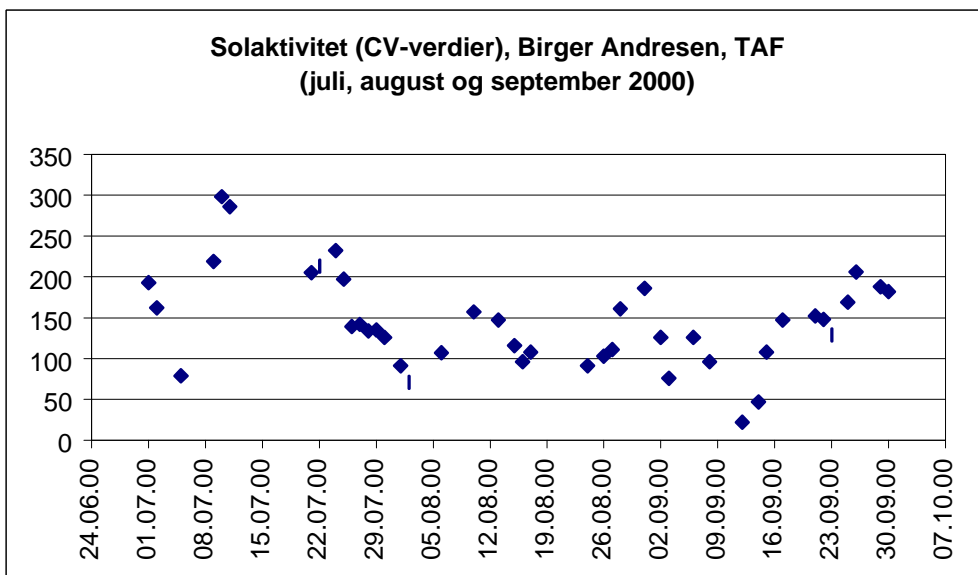
Et nyttig tips for bestemmelse av utstrekning av solflekker og grupper.

Et diagonalprisme (vinkelprisme) er en type tilleggsutstyr som monteres der okularet (øystykket) vanligvis plasseres. Lyset brytes gjennom et prisme og sendes så rett ut til siden hvor okularet nå festes. Dersom teleskopet står slik at okularet peker rett ned når det monteres på vanlig måte, så vil man med et diagonalprisme kunne se rett inn fra siden. Normalt er dette mye mer behagelig. Man forsøker vanligvis å unngå diagonalprismer fordi alle optiske flater (speil, prizmer eller linser) stjeler litt lys og dessuten forstyrrer bildet noe. Men akkurat for klassifisering av solflekker og grupper av solflekker gir dette en svært verdifull mulighet for å måle utstrekningen til grupper og flekker enkelt og nøyaktig. Dette gjøres ved å holde f.eks. figuren fra Corona nr. 2/2000 som viser en tenkt solskive med kurver for hver 5. og 10. heliografiske grad rett bak okularet. Da er det nemlig mulig å se solflekkene gjennom teleskopet med det ene øyet samtidig som man ser figuren med det andre. Man ser faktisk sola med flekkene oppå figuren. Ved å flytte figuren nærmere eller lengre unna kan man få solskiva i teleskopet til å se nøyaktig like stor ut som omrisset av figuren. Man vrir så arket med figuren slik at solas ekvator faller sammen med ekvator på figuren. Da kan man lese av solflekkgruppens utstrekning eller hovedflekkens størrelse direkte på figuren. Denne metoden har vist seg å være svært nyttig når man observerer sola direkte med solfilter.

Solaktiviteten i sommer.

Det var svært høy aktivitet med mange flotte solflekkgrupper mesteparten av juli. Spesielt var det flott 10. og 11 juli med CV-verdier på 298 og 286. Dessverre var det dårlig vær hele ni dager etter dette. Malde i Helios Nettverk fikk også høyeste verdi 10. juli med CV=298. Dette er den høyeste verdien Malde har registrert i denne solflekkssyklusen. Verdiene for august var vesentlig lavere enn i juli, mens september ble litt bedre enn august takket være den største solflekkgruppen siden 1991. Denne flekken dekket på det meste et areal tilsvarende ca. 13 ganger jordas totale areal. Historiens største flekk, som ble observert i 1948, dekket et område som var ca. tre ganger så stor som dette igjen.

Observasjonene er rapportert til CV Helios Nettverk, og de stemmer godt overens med resultatene fra de andre observatørene i Helios Nettverk.



Så får vi se om sola ”holder koken” utover senhøsten og vinteren....

Birger Andresen

NYHETER

Røntgenutbrudd fra brun dverg

Kilde: NASAs hjemmesider 12.07.2000

Astronomer ble overrasket da NASAs Chandra røntgenobservatorium detekterte et røntgenutbrudd fra en ufullstendig stjerne bare 60 ganger mer massiv enn Jupiter.

Chandra X-ray Observatory, som er designet for å se de mest voldsomme og overveldende kosmiske fenomener, fanget nylig inn noe uventet. Observatoriet som går i bane rundt jorden i en avstand av omtrent en tredjedel av avstanden til månen, så det første røntgenutbruddet fra det som kalles en brun dverg, eller en ufullstendig stjerne.

Dr. Robert Rutledge fra Caltech i Pasadena sa at de ble helt sjokkert og at de ikke forventet å se utbrudd fra et slikt lett objekt.



Figuren viser størrelsen til en brun dverg sammenliknet med Jupiter (venstre) og solen (høyre). Selv om brune dverger er omtrent like store som Jupiter, er de mye mer massive og produserer sitt eget lys. Jupiter reflekterer lys fra solen. (Illustrasjon: CXC/K.Kowal)

Studiet av det skarpe røntgenutbruddet vil øke forståelsen av den eksplosive aktiviteten og opphavet til magnetfelt i ekstremt lette stjerner.

I løpet av de første ni av et tolv timers studium av objektet LP 944-20 oppdaget ikke Chandra røntgenstråler i det hele tatt, men så blusset det plutselig opp før det tapte seg i løpet av de neste to timene.

Energien som ble utstrålt fra den brune dvergen kan sammenliknes med et lite solart røntgenutbrudd, og var en milliard ganger sterkere enn observerte røntgenutbrudd fra Jupiter. Man tror utstrålingen skyldes vridning av magnetfelt. ”Dette er til dags dato det sterkeste beviset på at brune dverger og sannsynligvis også unge gigantplaneter har magnetfelt, og at store energimengder kan utstråles” sa Dr. Eduardo Martin, som også er medlem av teamet fra Caltech.

Professor Gibor Basri (UCLA) som undersøker denne observasjonen, tror at utbruddet kan ha sitt opphav i det turbulente, glødende materialet under overflaten på den brune dvergen. Et utbrudd like under overflaten kan varme opp atmosfæren og gi rom for ledning av strøm, som i sin tur gir opphav til røntgenblusset, omtrent som et lynlimt.

LP 944-20 er omtrent 500 millioner år gammel, og har en masse som er 60 ganger større en Jupiters, eller 6 prosent av solens. Dens diameter er omtrent en tiendedel av solens, og rotasjonsperioden er mindre enn fem timer. LP 944-20 befinner seg i stjernebildet 'Ovnen' på sørhimmelen, og siden den befinner seg bare 16 lysår fra jorden, er den en av de mest studerte brune dverger.

Fraværet av røntgenstråler fra LP 944-20 i løpet av de første timene er i seg selv en signifikant oppdagelse. Det setter den laveste grense for stabil røntgenutstråling produsert av en brun dverg, og viser at den øvre atmosfæren, som er millioner av grader Celsius, opphører å eksistere når overflatetemperaturen til den brune dvergen kjøles ned til under 2500 grader.

”Dette er en viktig bekreftelse på teoritrenden om at varm gass i atmosfæren på lavmassestjerner kun oppstår i bluss” sier professor Lars Bildsten på UCLA.

Brune dverger har for lite masse til å opprettholde betydelige kjernereaksjoner i sine kjerner. Deres primære energikilde er frigivelse av gravitasjonsenergi etter hvert som de sakte trekker seg sammen. De er svært lyssvake, bare en tiendedels prosent så sterk som solen, men av stor interesse for astronomer fordi de er lite forstått og sannsynligvis en svært vanlig klasse objekter mellom normale stjerner og gigantplaneter.

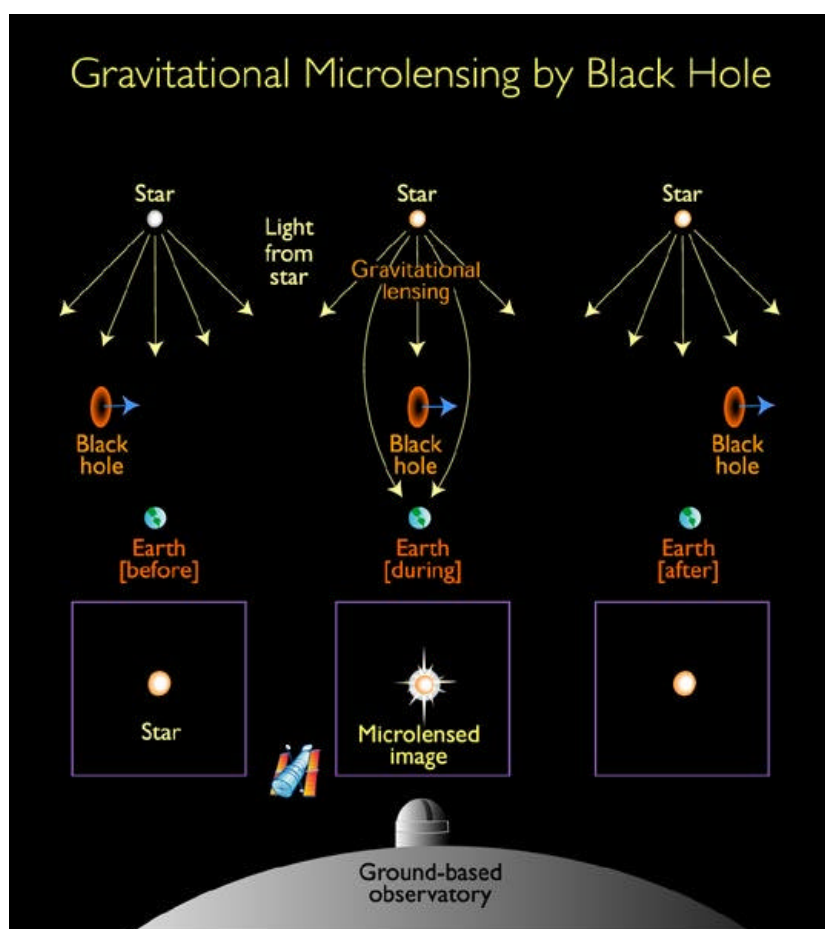
Den tolv timer lange observasjonen av LP 944-20 ble utført den 15. desember 1999 med instrumentet Advanced CCD Imaging Spectrometer (ACIS).

Eivind Wahl

Svarte hull på ensom vandring

For første gang har det blitt påvist svarte hull som alene svever rundt i galaksen vår. Man har funnet en håndfull svarte hull før, men disse har enten vært gigantiske svarte hull i sentrum av galakser eller de har vært en del av et dobbelstjernesystem. Da går det svarte hullet og en stjerne i bane rundt hverandre, og man kan se på bevegelsen til stjernen at den har et svart hull til nabo.

Det som er nytt her, er at et svart hull har blitt funnet alene, langt fra andre stjerner. Astronomene har funnet ut at det sannsynligvis er mye materie i vår galakse som vi ikke kan se. Dette “mørke materiet” kan delvis bestå av enslige svarte hull. Det ligger i sakens natur at slike er svært vanskelige å påvise. I seg selv er de ikke synlige, men deres sterke gravitasjonsfelt kan påvises.

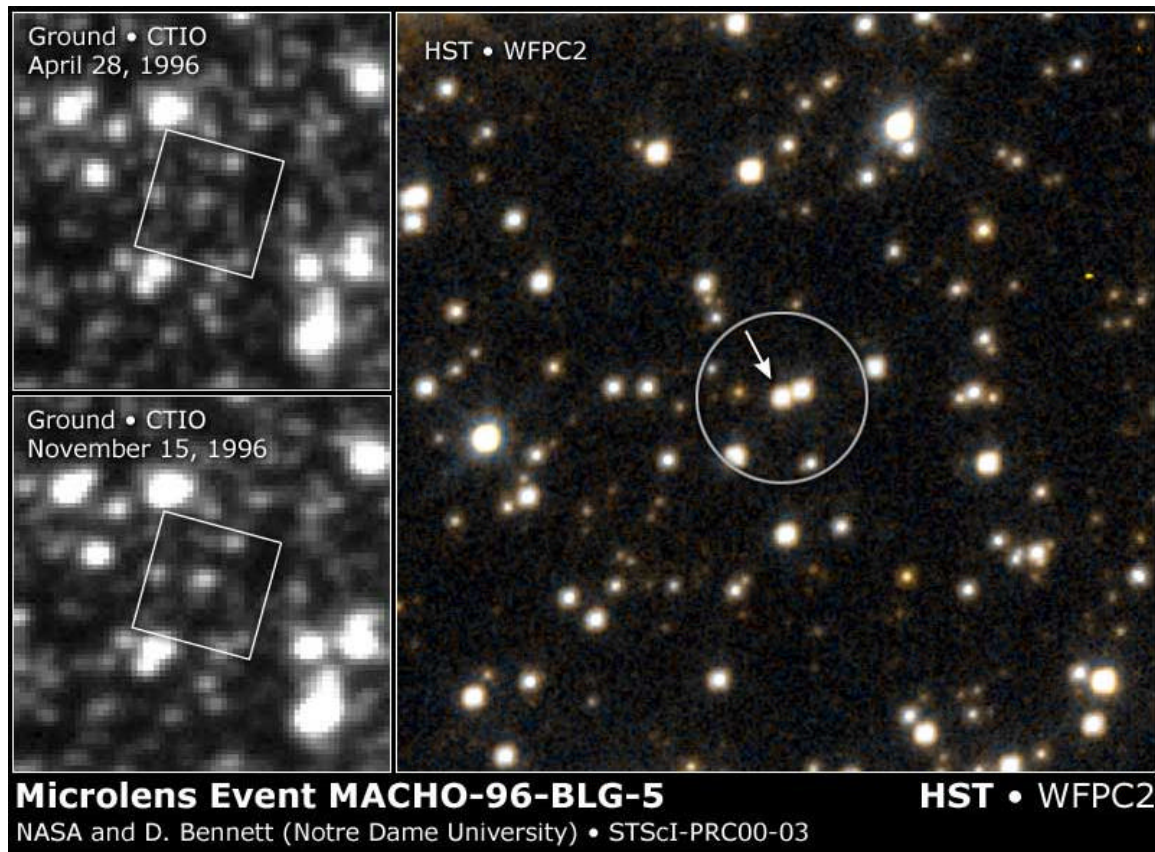


Det er nettopp det de har gjort, de to gruppene med forskere som har brukt Hubble-teleskopet og to landbaserte teleskoper til å lete etter stjerner som har stabil lysstyrke og så blir sterkere noen måneder. Det som skjer, er at et svart hull i sin bane rundt galaksesenteret kommer mellom stjernen og Jorda. Det sterke tyngdefeltet rundt det svarte hullet bøyer av noen av strålene fra stjerna og fokuserer dem på Jorda. Slik treffer lys oss som normalt skulle “bommet” på Jorda. Da blir bildet av stjernen fortenget og forstørret og mer lyssterkt enn vanlig. Dette vises i figuren til venstre.

Kort fortalt virker det sorte hullet som en linse mellom stjernen og oss. Det virker litt underlig at fotonene som ikke har masse skal påvirkes av tyngdekraften fra det sorte

hullet. Men dette predikerte Einstein i sin generelle relativitetsteori der han beskriver tyngdekraften som en krumning av rommet. Masse krummer rommet rundt seg, og siden fotonene beveger seg i rommet, blir lyset påvirket av masse.

Massen til linsen kan bestemmes ut fra hvor mye sterkere stjernen ser ut, og to eksempler på slike linseeffekter har gitt en masse på ca 6 solmasser hver. Siden legemene ikke er synlige, men likevel er så tunge, er den mest sannsynlige forklaringen at linsene er svarte hull. Bildet nedenfor fra NASA viser et av tilfellene, og vi kan se at en stjerne midt i utsnittet fra 28. april 1996 har blitt sterkere i bildet fra 15. november. Det største av de tre bildene er tatt av Hubble Space Telescope (Romteleskopet). Pilen viser stjernen som ble forstørret av det svarte hullet.



Øyvind Kristiansen

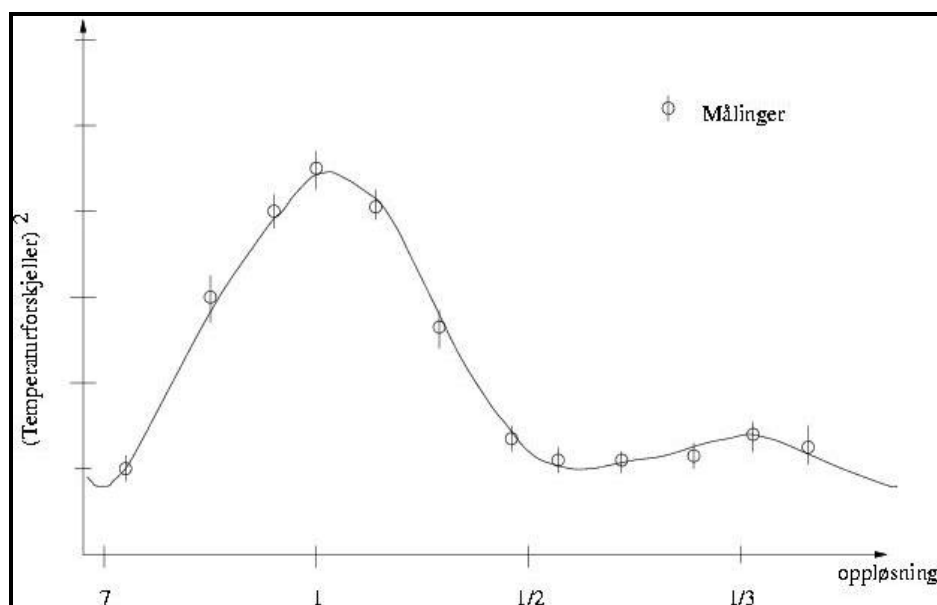
Bakgrunnsstråling avslører flatt univers

I april ble det annonsert at astronomer, som hadde sendt opp et teleskop i ballong over Antarktis, hadde gjort revolusjonerende målinger av bakgrunnstrålingen. Oppløsningen var bedre enn før, og ut fra kornetheten i strålingsbildet, kunne de se at målingene passet perfekt med den såkalte inflasjonsteorien. Denne teorien sier at universet utvidet seg ekstremt ca 10^{-32} sekund etter Big Bang. Slik ble enhver krumning i universet utslettet, og universet ble flatt. Det betyr at universet akkurat balanserer mellom å utvide seg i det uendelige og å trekke seg samme igjen.

Det astronomene gjorde, var å måle bakgrunnstrålingen av radiobølger over et 30 graders utsnitt av himmelen. Strålingen stammer fra tiden ca 300 000 år etter Big Bang da universet ble "kjølig" nok til at protoner og elektroner kunne gå sammen og lage hydrogenatomer. Da slapp fotonene gjennom, og den ekstreme rødforskyvningen av lyset gjør at det ser ut som strålingen kommer fra et legeme på 2.7 Kelvin (ca. -270°C). Imidlertid er dette bare gjennomsnittstemperaturen, for det var temperaturfluktua-

sjoner pga. lydbølger i plasmaet rett før hydrogenet ble dannet. Disse bølgene lagde temperatur- og tetthetsfluktuasjoner som ble kjernen til dagens superhoper av galakser.

Disse temperaturfluktuasjonene har en bestemt utstrekning som kan måles ved å se på størrelsen på kornene i det kornete bildet av bakgrunnsstrålingen. Det var nettopp det astronomene gjorde, og fant ut at de skarpeste kornene var ca 1° store, dvs. tilsvarende 2 månediametere. Dette passer perfekt med inflasjonsteorien for universet som forutsa akkurat dette. På figuren ser vi hvordan fordelingen av kornstørrelser er. For kornstørrelser på en snau grad ser vi at de kvadratiske temperaturforskjellene er store, dvs. skarpe korn.



Mye tyder på at det ikke er nok masse i universet til å bremse ekspansjonen fra Big Bang. Selv om all materie ved tyngdekraften tiltrekker seg all annen materie og prøver å suge universet sammen, er det ikke nok til at utvidelsen vil stoppe. Men inflasjonsteorien, som også andre målinger understøtter, sier at universet er i balanse. For tiden tror man løsningen ligger i den kosmologiske konstant Λ som representerer en hittil noe uklar vakuumenergi.

Øyvind Kristiansen

www. millioner av stjerner

Har du lyst til å forske på materiale fra NASA og kanskje finne noe nytt, har du muligheten nå! NASA har nemlig sammen med flere andre forskningsinstitusjoner i USA gått nye veier når det gjelder publisering. De er i ferd med å legge alt materialet fra en undersøkelse av stjernehimmelen gjort i infrarødt ut på internett. Dataene omfatter noe slikt som en halv million galakser og 162 millioner stjerner og utgjør 1.9 millioner bilder. Datamengden ville fylle 6000 CD-er eller 4000 gigabytes med harddisk plass på en datamaskin.

Bildene ble tatt opp med to 1.3 meters teleskoper, et plassert i Arizona for å dekke nordhimmelen og et i Chile for å dekke sørhimmelen. Prosjektet som har fått betegnelsen 2MASS (Two-Micron All Sky Survey) ble startet i 1997 og prosessering og publisering av de siste datasettene skal være fullført i 2003.

Dataene har så langt ført til oppdagelser av en del stjerner med meget spesielle karakteristika og de kaldeste brune dvergene som er kjent så langt. Det er også oppdaget ukjente stjernehopper og nye om-

råder hvor stjerner dannes. Andre oppdagelser omfatter nye populasjoner med aktive galakser skjult i støvskyer, kvasarer og supermassive svarte hull.

”Godbiter” fra databasen nåes på webadressen <http://www.ipac.caltech.edu/2mass/index.html> og her når du også selve databasen som også nåes direkte på adressen <http://irsa.ipac.caltech.edu/> Her kan du selv legge inn koordinater eller finne et område ved hjelp av kart.

Terje Bjerkgård

Stjernehimmelen i oktober-november

Av Terje Bjerkgård

For oss som liker mørke kvelder, slutter sommertiden i år 29. oktober, klokka 03.00 (klokka stilles tilbake til 02.00). Dette er det tatt hensyn til i tidspunkter oppgitt herunder.

Månen og planetene

Det er **nymåne** 27. oktober og 26. november, mens det er **fullmåne** 13. oktober og 11. november. Fullmånen 11. november er særlig ugunstig for observasjoner av Leonidene som har maksimum 17. november (se under). Månen er gunstigst å observere når den er mindre en halv. På høsten er det derfor på morgnehimmelen den siste uka før nymåne som er best fordi månen da står høyt på himmelen.

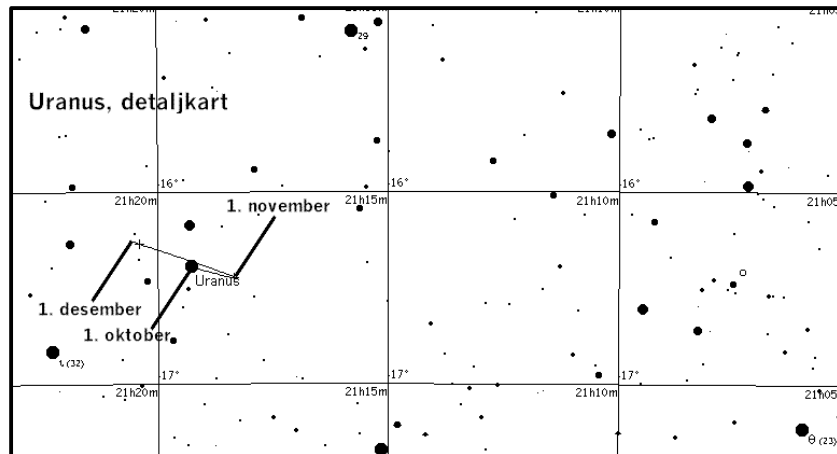
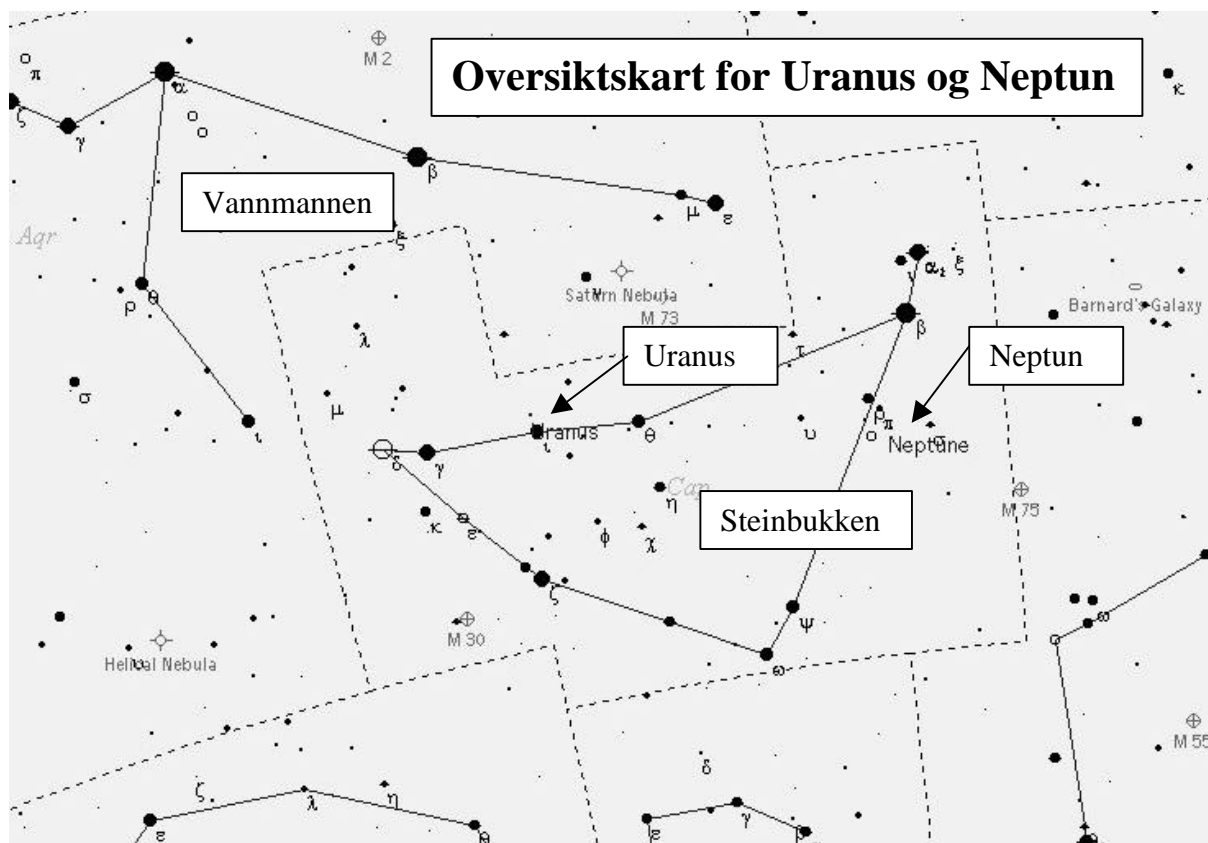
Merkur og **Venus** befinner seg i ugunstig posisjon hele høsten, lavt på kveldshimmelen. De går ned nærmest samtidig med sola, selv ved største vinkelavstand fra sola. Venus kan imidlertid finnes på dagen med prismekikkert 30-25 grader vest for sola i hele oktober.

Mars er på morgnehimmelen i høst, men forsvinner nærmest i morgenlyset.

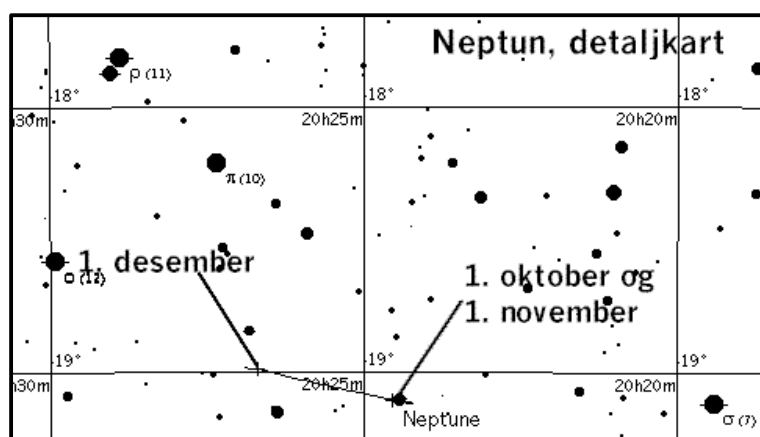
Jupiter befinner seg like nord for Hyadene i Taurus (Tyren) i hele perioden, sammen med Saturn. Sammen med Aldebaran, Hyadene og Pleiadene danner de to et flott syn på den mørke høsthimmelen, så hvorfor ikke finne fram kameraet?

Saturn befinner seg mellom Pleiadene og Hyadene hele vinteren og står nå meget gunstig til for observasjoner for oss. Ringåpningen øker stadig og er nå 24 grader. Med et godt teleskop og minst 100X forstørrelse kan gapet i ringene – Cassinis deling – lett sees. En annen utfordring er månene til Saturn. Titan er lett synlig selv i et lite teleskop og har en lysstyrke på 8.5 mag. Rhea med 9.5 mag., Tethys med 10.0 og Dione med 10.2 mag., skulle det også være mulig å se med et middels stort amatørteleskop. Mimas og Enceladus er svakere og befinner seg også nær Saturn, så de krever kraftig utstyr. Mer overkommelig er Iapetus med 10.9 mag. og som befinner seg lengst ut av de større månene til Saturn. Posisjonen til månene finnes i Sky & Telescope, eller de som har, kan bruke SkyMap Pro.

Uranus og **Neptun** står meget lavt i sør og sørvest på kvelden nå i høst. De befinner seg begge i stjernebildet Capricornus (Steinbukken) som vist på figurene på neste side. Med en lysstyrke på 5.7-5.8 mag., er Uranus lett synlig i prismekikkert, mens Neptun er noe vanskeligere med lysstyrke 7.8-7.9 mag. Observasjonene vanskeliggjøres av at planetene er så nær horisonten. Legg også merke til flere fine kulehoper i området (bl.a. M2, M30 og M75).



Detaljkart for Uranus. Iota (ι) og theta (θ) er synlige både på hovedkartet ovenfor og på detaljkartet.



Detaljkart for Neptun. Pi (π), rho (ρ) og sigma (σ) er synlige både på hovedkartet ovenfor og på detaljkartet.

Okkultasjoner

Det er flere interessante okkultasjoner i perioden:

- **12. oktober** i tidsrommet 01.39-02.42 okkulterer månen småplaneten 21 Lutetia (9.8 mag.). Dette er i stjernebildet Pisces (Fiskene). Månen er nesten full (fase 0.98), så okkultasjonen vil i praksis være umulig å se.
- **15. oktober** i tidsrommet 00.47-01.41 okkulterer månen μ Ceti (4.3 mag.). Månen, som befinner seg ca. 35° over horisonten, har dessverre nettopp passert full (fase -0.97).
- **21. oktober** i tidsrommet rundt 01.30 passerer en minkende halvmåne gjennom sørlige del av stjernehopen M44 (Praesepe) i Cancer (Krepsen).
- **24. oktober** i tidsrommet 04.04-04.58 okkulterer månen småplaneten 6 Hebe (11.3 mag.). Månen er kun en smal sigd (fase -0.13). Dessverre skjer dette like sør for Mars og bare ca. 8° over horisonten. Det blir derfor så og si umulig å se dette selv i store kikkerter.
- **13. november** på morgenen passerer en nesten full måne gjennom den åpen stjernehopen Hyadene i Tyren (Taurus) og okkulterer dermed mange stjerner. De viktigste er δ_1 (3.8 mag.), δ_2 (4.8 mag.) og δ_3 (4.3 mag.) som okkulteres henholdsvis i tidsrommene 03.04-04.06, 03.42-04.27 og 04.35-05.10. Månen er da ca. 28° over horisonten.

Meteorsvermer

Det er en rekke meteorsvermer nå om høsten, men de fleste har lav aktivitet (typiske timerater <10). Men det finnes to hederlige unntak pluss en annen interessant sverm i oktober og november :

- **Orionidene** er aktive fra 2. oktober til 7. november, og har timerater på 15-20 fra 20. til 24. oktober. En minkende nesten halv måne høyt på himmelen i Krepsen (Cancer) ved maksimum 21. oktober er ugunstig, men 23. og 24. oktober burde bli rimelig bra. I dagene nær maksimum kan alle Orionide-baner forlenges bakover til et punkt, også kalt radianten eller utstrålingspunktet, ca. 7-8 grader over og til venstre for Betelgeuse i Orion. Orionidene er med sine 66.4 km/sekund blant de raskeste stjerneskuddene. Orionide-støvet stammer fra den berømte komet Halley. Orionidene må observeres fra rundt midnatt og utover pga. radiantens posisjon.
- **Tauridene** er aktive fra 15. september til 1. desember, og har timerater på 5-10 i perioden 26. oktober til 15 november. I år blir det best fra 1. til . 5. november når en voksende måne begynner å ødelegge. Tauridene er med sine knappe 30 km/time relativt langsomme. Tauridene gir i enkelte år en høy andel svært sterke stjerneskudd, så det er vel verd å bruke noen timer hvis forholdene blir bra. Radiantene (det er faktisk to) ligger ca. to grader ned til høyre for Pleiadene (Tauridene Nord) og ca. 10 grader under og litt til høyre for Pleiadene (Tauridene Sør). Det er den sørligste radianten som er mest aktiv i begynnelsen av november. Tauride-støvet stammer fra komet Encke. Tauridene kan observeres fra ca. kl. 22:00 og utover.
- **Leonidene** er det sikkert mange som husker fra i fjor. Da fikk vi meget stor aktivitet, men likevel kanskje ikke opp mot forventningene til de mest optimistiske observatørene. Likevel, med timerater langt over 1000 over et tidsrom på over en time, kan en ikke være skuffet (se Corona 4/1999)! Så, hva med i år? Leonidene kan observeres i perioden 14. til 21. november, og har maksimum 17. november. Det er dessverre en brysom måne i år (fullmåne 11. november). De fleste ekspertene spår at aktiviteten i år blir vesentlig lavere enn i fjor fordi Jorda bommer på de store tetthetene av partikler etter kometen Tempel-Tuttle (se Corona 3/1999). Men hvem vet? Kanskje får vi en overraskelse? Det har skjedd tidligere. I hvert fall bør alle holde utkikk i dagene rundt maksimum. Radianten ligger like ved hodet til Leo (Løven), dvs. ca. 10° over Regulus (igjen se Corona 3/1999). Leonidene er med sine 70.7 km/sekund svært nær å være de raskeste stjerneskuddene vi kjenner til. Leonidene må observeres etter kl. 23 pga. radiantens posisjon.

De som er interessert i å observere disse meteorsvermene sammen med andre i TAF kan ta kontakt med Tur- og møtekoordinator Tone-Lill Seppola (telefon : 73 53 31 43 eller 95 97 23 24). TAF v/Birger Andresen (telefon : 73 93 22 69 eller E-post : birger.andresen@fesil.no) kan hjelpe til med observasjonsskjemaer og opplæring i hvordan man seriøst kan observere stjerneskudd.