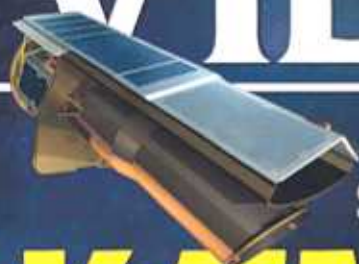


ILLUSTREK VIDENSKAB

Hjerneforskere
har fundet sjælens
kontrolcenter



Spitzer-teleskopet ser 13 mia. år tilbage i tiden:

KÆMPESTJERNER tændte lyset i universet

Vokseværk gav øglerne succes:

**DINOSAURER TOG
50 KG PÅ OM DAGEN**

Svensk atomdepot skal
holde tæt i 100.000 år



Specialbygget
racerbil skal køre
**TVÆRS GENNEM
EN TORNADO**

SPØRG OS

- Hvordan bremses man lyset?
- Hvor meget fylder Jordens byer?
- Hvad består et menneske af?
- Hvor stammer påskeharen fra?
- Hvordan opstår solpletter?
- Hvor smittefarligt er et nys?

SÅDAN STÆKKER VI FUGLEINFLUENZA

Dræbevirusen bag den spanske
syge kan give forskerne opskriften

BK 12.04.06 - 03.05.06



5 701862 000065 0 0 0 0 6

WWW.ILLVID.DK

*Lad der blive lys. Sådan
kan universet have
set ud, da ansamlinger
af brint dannede
de tidligste stjerner.*

SPUDS & HENNING DRØJTF

Nu har rumteleskopet Spitzer observeret lyset fra de første stjerner, som blev tændt for 13,5 milliarder år siden. Det var kæmper, der kun levede kort tid, inden de eksploderede som enorme supernovaer og skabte grundlaget for det nuværende univers.

DE FØRSTE

levede



STJERNER

stærkt og døde unge



COURTESY, SPACE SCIENCE CENTER

“Det er som at flyve om natten og se lyset fra en fjern storby uden at kunne skelne de enkelte lyskilder. På samme måde mener vi, at rumteleskopet Spitzer nu har observeret det kollektive lys fra de første stjerner, som blev skabt kort efter universets dannelse.”

Alexander Kashlinsky, leder af NASA's gruppe for tidlige stjerner

Det unge univers var et kulsort mørke. Men pludselig skete der noget. De første stjerner strålede frem på himlen som et storslået fyrværkeri. Lyset var født.

Indtil for nylig mente kosmologerne, at universets mørke middelalder varede mindst 500 millioner år. Men i 2003 viste satellitmålinger, at de første stjerner blev tændt allerede 200 millioner år efter Big Bang. Og nu har rumteleskopet Spitzer formentlig observeret eftergløden af selve det lys, som de tidlige stjerner udsendte i deres korte og dramatiske levetid.

Universets førstefødte var nemlig giganter på flere hundrede Solmasser med en overfladetemperatur på den hede side af 100.000 grader. Som en slags pris for

deres spektakulære eksistens levede kæmperne kun kort, inden de eksploderede som spektakulære supernovaer. I deres døds kamp lyste de største af stjernerne et øjeblik lige så kraftigt som alle nuværende galakser tilsammen. Samtidig kollapsede deres indre til sorte huller, mens deres ydre blev blæst langt ud i rummet.

Men selv om mastodonterne kun eksisterede for en kort bemærkning – astronomisk set – var det dem, der dannede grundlag for senere generationer af stjerner og planeter. Ved fødslen bestod de udelukkende af brint og helium, der blev dannet efter Big Bang. Men via fusionsprocesser i deres indre producerede stjernerne tunge grundstoffer som ilt, jern og kulstof. Disse komponenter kom

med tiden til at udgøre byggestenene til vores eget solsystem og dermed til mennesker. Så på en måde kan man sige, at vi er lavet af materiale, der blev skabt i de tidlige stjerner. Samtidig efterlod stjernerne sorte huller, som med tiden smeltede sammen til de supertunge sorte huller, der udgør hjertet i nutidens galakser.

Lokalt lys blev filtreret væk

Opdagelsen af lyset fra de første stjerner kan først og fremmest tilskrives det nye rumteleskop Spitzer, som blev sendt op i 2003. Spitzer observerer primært i den infrarøde del af spektret. Gennem de 13,5 milliarder år, som lyset fra de første stjerner har rejst gennem rummet, er bølgelængden blevet forlænget på grund af universets udvidelse, og derfor findes strålingen netop i det infrarøde område.

Problemet er, at teleskopets detektorer også opfanger infrarødt lys, som dannes i Solsystemet, i Mælkevejen – vores lokale galakse – og i alle de galakser, som ligger mellem Jorden og de oprindelige stjerner. Derfor stod NASA's astronomer over for en udfordring, da de ville prøve at lokalisere lys fra de tidligste stjerner. Alt infrarødt lys fra samtlige lyskilder, der er nærmere end det oprindelige stjerne-skin, skulle filtreres bort.

Takket være en række avancerede teknikker er det sandsynligvis lykkedes. NASA har gennemført en række test, som alle underbygger, at Spitzer virkelig har fanget lyset fra de første stjerner. Blandt andet har de konstateret, at det observerede lysmønster er ens i fire forskellige infrarøde bølgelængder, ligesom mønstret er det samme i forskellige områder af himlen. Det taler imod, at lyset stammer fra Mælkevejen. Samtidig er signalet uændret i to måleserier, som er udført med et halvt års mellemrum, hvor Jorden er på de to yderpunkter i sin bane om Solen. Det udelukker, at det infrarøde



På det øverste billede ses et udsnit af stjernehimlen, optaget af Spitzer-teleskopet. Nederst er stjernelyset blokket ud. Det tilbageværende gule, røde og orange skær menes at være eftergløden fra de første stjerner.

lysmønstre stammer fra støv i Solsystemet. Endelig har Alexander Kashlinsky, der leder NASA's arbejdsgruppe, og hans kolleger afprøvet flere forskellige metoder til at fjerne infrarød stråling fra alle de mellemliggende galakser. Og uanset metoden får gruppen det samme resultat. Så alt tyder på, at det vitterligt er universets første lys, der er observeret.

Oven i købet peger analyserne af den infrarøde stråling på, at de oprindelige stjerner lyste næsten samtidigt i en kort periode. Det passer fint med teoretiske beregninger, der siger, at den første generation af stjerner kun levede i få millioner år. Til sammenligning har en almindelig nutidig stjerne som Solen en livscyklus, der strækker sig over 10 milliarder år.

Enorme gasskyer fødte stjerner

Observationerne giver også et svar på, hvordan de første stjerner blev dannet.

Analysen af den kosmiske baggrundsstråling har vist, at det nyfødte univers indeholdt områder med lidt mere masse end resten af rummet. Med tiden voksede klumperne og samlede sig efterhånden i trådagtige netværker. I krydspunkterne på disse netværk opstod de første små protogalakser 100-250 millioner år efter Big Bang. Protogalakserne indeholdt flere hundrede tusind Solmasser i form af gas. Det samme er tilfældet i de gasskyer, som føder stjerner i modne galakser som Mælkevejen. Men på to punkter var forholdene meget anderledes dengang.

For det første bestod protogalakserne mest af ukendt mørkt stof, og både de almindelige gasser og det mørke stof var i starten jævnt fordelt i hele systemet. I nutidens galakser er stjerner og gas koncentreret i en skive i galaksens centrum, mens det mørke stof er spredt tyndt ud i den kæmpestore og kuglerunde halo, som omgiver galaksen.

For det andet bestod gasserne i protogalakserne næsten udelukkende af brint og helium. Med tiden fandt nogle af brintatomerne sammen i brintmolekyler, og når molekyler og atomer støder sammen, frigives der stråling, som fjerner varme fra gasserne. Afkølingen trækker gasskyen sammen, og når gassen bliver kold og tæt nok, får tyngdekraften skyen til at kollapse til en stjerne.

Når stjerner fødes i dag, indeholder gasskyerne ikke kun brint og helium, men også tunge grundstoffer, som er ►

Solen bliver den lille

I sammenligning med nutidige stjerner som Solen var de tidligste stjerner lysstærke giganter, som til gengæld kun eksisterede kort tid – astronomisk set.



Solen

Masse: 2×10^{30} kilo

Diameter: 1.390.000 kilometer

Lysstyrke: $3,8 \times 10^{26}$ watt

Overfladetemperatur: 5800 kelvin

Levetid: 10 milliarder år

Tidlig stjerne

Masse: 100-1000 gange Solens

Diameter: 4-14 gange Solens

Lysstyrke: 1-30 millioner gange Solens

Overfladetemperatur: 20 gange Solens

Levetid: 3 millioner år

► produceret i tidligere stjerner. Tunge grundstoffer er bedre end lette til at fjerne varme fra skyen, og derfor afkøles skyen helt ned til omkring minus 263 grader. Jo koldere gasskyen er, jo mere sænkes gastykket, og jo lettere bliver det for tyngdekraften at få skyen til at kollapse. Det betyder igen, at der skal mindre masse til at danne en stjerne. På den måde skabes almindelige stjerner som Solen – de rene lilleputter i forhold til stjernernes første generation.

I protogalakserne blev gasserne kun afkølet til mellem minus 70 og plus 30 grader. Derfor skulle gasskyerne være enorme for at rumme masse nok til at føde en stjerne. Det er grunden til, at de oprindelige stjerner blev så store.

Kæmper var ustabile

Modelberegninger tyder på, at en sådan gigant vejede lige så meget som mellem 100 og 1000 Sole. En stjerne af den størrelse kan kun leve i få millioner år. I takt med at kæmpen producerer tunge grundstoffer ved fusion, komprimeres kernen af deres vægt, og temperaturen i centrum kommer op på omkring en milliard grader. Varmen producerer gammastråling, og på et tidspunkt bliver

strålingen så energirig, at den forvandles til stof – fotonerne omdannes til par af elektroner og positroner. Det gør kæmpestjernen ustabil, fordi det er strålingsstrykket fra fotonerne i stjernens indre, der modvirker tyngdekraftens forsøg på at trække massen i stjernen sammen. Omdannelsen af stråling til stof i kernen sænker strålingsstrykket, og det får kernen til at trække sig hurtigt sammen. Sammenpresningen skaber en så intens varme, at kulstof, ilt og neon begynder at fusionere til tungere grundstoffer, og til sidst kolliderer kernen i en gigantisk eksplosion, der sender store mængder tunge grundstoffer ud i rummet.

Ifølge teorien pulveriseres stjerner på 100-250 Solmasser fuldstændigt, og hele deres masse blæses væk. Det har været et lysshow af imponerende dimensioner, for gennem en måned har den døende kæmpestjerne skinnet lige så stærkt som hundrede almindelige galakser.

For stjerner på over 300 Solmasser er døds kampen endnu mere utrolig. Her er trykket fra stjernens masse så enormt, at kernen presses sammen til et sort hul på omkring 30 Solmasser. På grund af stjernens rotation dannes en skive af roterende gasser omkring det sorte hul.

Computersimulationer, som er lavet af Stan Woosley fra University of California i Santa Cruz, tyder på, at det sorte hul i starten sluger masse med en så umådelig grådighed, at den døende stjerne i en kort periode udsender mere lys end alle galakserne i nutidens univers.

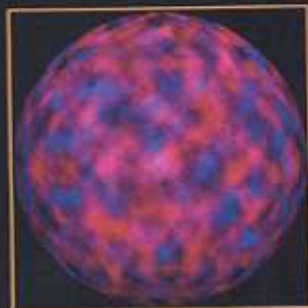
Da kæmpestjernernes tid var omme, trak tyngdekraften flere og flere protogalakser sammen, og ved sammenstødene opstod de første rigtige galakser en milliard år efter Big Bang – universet begyndte at ligne det, vi kender i dag.

Trods det ændrede udseende har det altså været muligt at kigge tilbage takket være Spitzer. Det er lidt af en videnskabelig triumf, og om få år skulle der tilmed komme rigtige billeder. I 2013 forventer NASA at sende efterfølgeren til det optiske rumteleskop Hubble op. Mens Hubbles spejl har en diameter på 2,5 meter, vil spejlet på James Webb-teleskopet blive på 6,5 meter. Med et spejl af den størrelse kan James Webb kigge så langt ud i universet, at det kan se, hvordan det så ud kort efter tilblivelsen. Og dermed kan vi formentlig få at se, hvordan de første kæmpestjerner så ud.

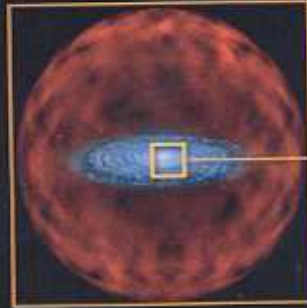
Find mere om emnet på www.illvid.dk

Tidlige stjerner endte som sorte huller

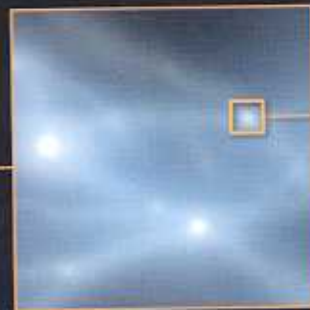
De processer, som førte til dannelse af de første stjerner, var meget forskellige fra stjernedannelsen i det nutidige univers. I dag bliver stjerner dannet af støv og gas, som blandt andet stammer fra andre, udslukte stjerner.



1 De første stjerner opstod i små protogalakser, som bestod af ukendt mørkt stof (rød) og brint (blå). I begyndelsen var de to komponenter blandet sammen i en slags suppe.



2 I takt med universets udvidelse og afkøling trak brintgassen sig sammen og dannede en skive i hjertet af protogalaksen, mens det mørke stof vedblev med at være spredt i hele systemet.



3 Brintgassen blev koncentreret i tætte skyer med en masse på flere hundrede gange Solens. Nogle af skyerne kollapsede og dannede ekstremt store og lyst stærke stjerner.

En fortidslevning på himlen

I 2001 fandt tyske astronomer fra Hamborgs universitet den hidtil mest metalfattige stjerne. Ved at analysere lyset konstaterede de, at metalindholdet er 200.000 gange mindre end i Solen. Det tyder på, at stjernen, som bærer det ucelebre navn HE0107-5240, tilhører den første generation af stjerner, der blev dannet kort efter Big Bang.

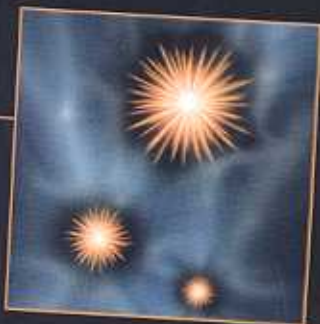
Årsagen er, at der har været tre generationer af stjerner, siden universet blev dannet for cirka 13,7 milliarder år siden. Hver generation har beriget den efterfølgende med flere tunge grundstoffer. En almindelig stjerne som Solen, der tilhører den yngste generation, rummer således betydelige mængder af "metaller", som er astronomernes betegnelse for alle grundstoffer, der er tungere end brint og helium. Solen er 4,6

milliarder år gammel, og stjerner fra Solens generation dominerer universet i dag. Men i Mælkevejens halo har man fundet stjerner fra den foregående generation, som kun rummer en titusindedel af Solens metalindhold.

Astronomerne diskuterer nu, om HE0107-5240 er en ekstrem repræsentant for den mellemste generation, eller om der virkelig kan være tale om en overlever fra den oprindelige generation. Hvis det sidste er tilfældet, er teorien for dannelsen af de første stjerner ufuldstændig. For HE0107-5240 er ingen kæmpe, som teorien ellers hævder, at de burde være. En mulighed er, at den lille stjerne opstod i et dobbeltstjernesystem med en gigant, som for længst er død og borte, mens den lille makker har overlevet til nutiden.



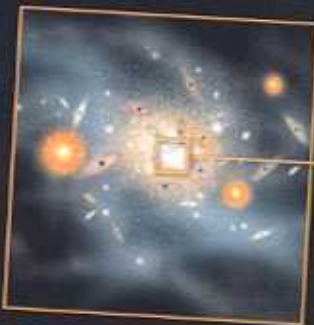
Stjernen HE0107-5240 i Mælkevejen er en særting. Det lave metalindhold tyder på, at den er en overlever fra den allerførste generation af stjerner.



4 Ultraviolet stråling fra kæmperne ioniserede brintgas i deres omgivelser og senere i det interstellare rum. Ioniseringen kan i dag aflæses i den kosmiske baggrundsstråling.



5 Blot få millioner år efter deres fødsel døde kæmpe-stjernerne i gigantiske supernovaeksplosioner, da de havde opbrugt deres brint. De største stjerner kollapsede til sorte huller.



6 Med tiden trak tyngdekraften protogalakserne sammen. Den stadig større koncentration af stof skabte en heftig stjernedannelse, som fødte den næste generation af stjerner.



7 De sorte huller, der blev efterladt af de første kæmpestjerner, smeltede sandsynligvis sammen til supertunge sorte huller, som kom til at udgøre kernen i de første galakser.