

Stjerner og sorte huller

*Der er milliarder af sorte huller ude i Verdensrummet
Et af dem sidder i centrum af vores Mælkevej
Det vejer fire millioner gange så meget som Solen*

Ved astronom, dr. scient. Erik Høg, Niels Bohr Institutet

De tindrende stjerner på nattehimmelen har alle nok beundret, men kun få ved, at stjerner i virkeligheden er glødende gaskugler ligesom Solen. Men stjernerne er uhyre meget længere væk, og derfor er de bitte små på himlen og lyser så svagt, at de kun ses om natten.

Stjerners fødsel, liv og død skal beskrives her, men dertil hører en nyere historie om sorte huller, som er noget af det besynderligste, verdensrummet byder på. Det må dog straks siges, at en stjerne ikke dør ved at blive til et stjerneskid. Det skyldes derimod et støvkorn, der rammer Jordens atmosfære højt oppe og får denne til at gløde i nogle sekunder. Jeg har efterhånden spurgt mange mennesker, hvad en stjerne er, men kun omkring en ud af ti ved, at en stjerne er en glødende gaskugle.

Solen er en stjerne blandt mange milliarder i vores galakse, Mælkevejen. Alle stjernerne bevæger sig omkring Mælkevejens centrum, og Solen er så langt fra centrum, at en omgang tager 230 millioner år. Siden 1992 har tyske og amerikanske astronomer fulgt en stjerne ved navn S2, der ligger meget tæt ved centrum. En omgang tager kun 15 år, og det kan man bruge til at veje et meget tungt sort hul, der sidder i Mælkevejens centrum. Siden observationerne begyndte, er det første hele omløb netop fuldført i år 2007, så vi har et jubilæum.

Sorte huller

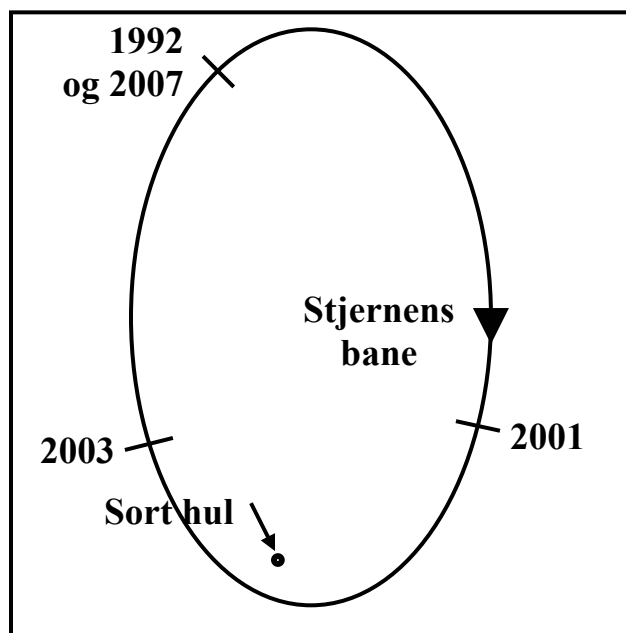
Sorte huller kendes fra science fiction som himmellegemer, der opsluger alt i deres nærhed. For astronomer er et "sort hul" en kompakt masse, der faktisk slet ikke indeholder stof som atomer eller nogen som helst partikler eller stråling, men det giver massetiltrækning, som vi også kalder tyngdekraft. Tyngdekraften nær ved massen er så stærk, at intet kan slippe væk, ikke engang lys.

Alt dette beskrives matematisk-fysisk ved hjælp af Albert Einsteins relativitetsteori fra 1915. Da den blev fremsat, vakte den stor opsigt og beundring og har siden været et sikkert og uundværligt grundlag for forståelsen af de sorte huller, og i videre forstand af hele universet.

Imidlertid var sorte huller i mange år kun en teoretisk mulighed. Først i de senere år har store teleskoper og satellitter ført til sikker påvisning af deres eksistens. Det er nu klart, at mange stjerner ender deres liv som sorte huller, og at der findes supertunge sorte huller.

Supertunge sorte huller

Nu først noget om et meget tungt sort hul, der befinder sig i vores Mælkevej blandt mange milliarder stjerner. Dette sorte hul sidder i centrum af Mælkevejen, og astronomer har vejet det. Det vejer 3,7 millioner gange så meget som vores Sol og kaldes derfor passende et "supertungt sort hul".



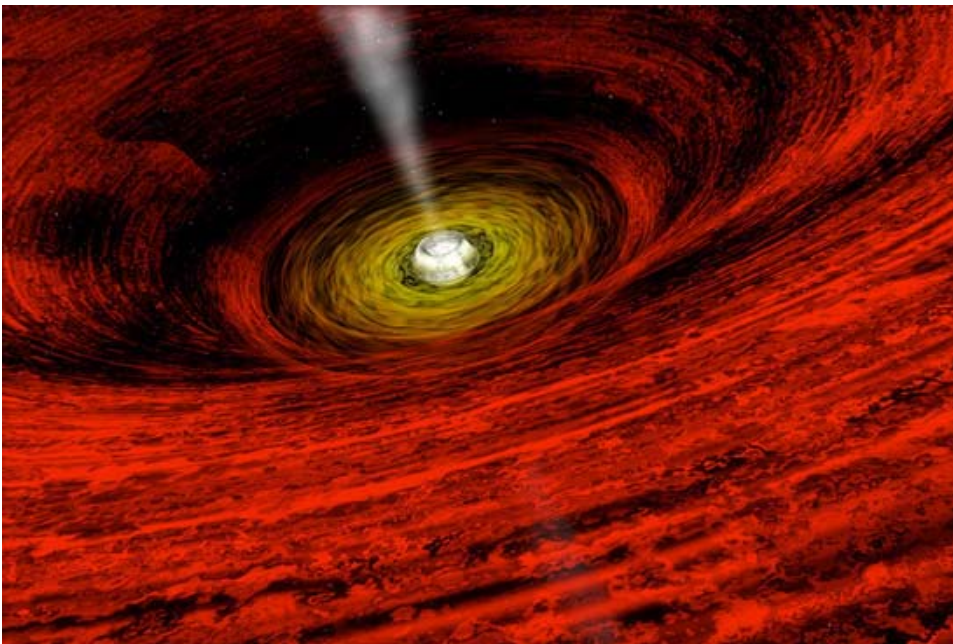
Figur 1. Det sorte hul i Mælkevejens centrum. Ellipsen viser den bane, som vores stjerne, S2, har fulgt i et enkelt omløb på 15 år siden 1992.

Man har vejet hullet ved at følge bevægelsen af nogle stjerner tæt ved det. Jo tungere et sort hul er, jo kraftigere trækker det i en tilfældig nabostjerne, og jo hurtigere må denne derfor bevæge sig omkring hullet for at holde sig i en bestemt bane, en ellipse. Man kan udregne vægten (massen) af hullet bare ved at følge en eneste stjerne som på den første figur. Derved får man

nemlig, hvad der behøves for beregningen: ellipsens størrelse og omløbstiden. Ellipsen er over 100 gange større end Jupiters bane om Solen, men et omløb varer kun en smule længere end Jupiters. Selve stjernens masse har næsten intet at sige, fordi den er så meget mindre end massen af det supertunge sorte hul.

Den første figur viser et kort over en meget lille del af himlen omkring Mælkevejens centrum, der ligger i retning af stjernebilledet Skytten på sydhimlen. Kortet dækker mindre end en milliontedel af det areal på himlen, som Månen dækker. Kortet viser kun det, vi her taler om, altså alene stjernens bane om det sorte hul og ingen af de mange øvrige stjerner, der findes. Det sorte hul er mange tusind gange mindre end selve pletten på figuren. Astronomer har siden 1992 fulgt denne stjerne, S2, og nogle få observationer er markeret, men der er foretaget mange flere svarende til ellipsen.

Midt i den lille plet ligger en svag radiokilde, som man har kendt i over 50 år. Det har nu vist sig, at radiostrålingen kommer fra gassen omkring det sorte hul. Selve det sorte hul udsender ingen stråling på grund af den store tiltrækningskraft, der som nævnt er så stærk tæt ved hullet, at ikke engang lys kan slippe væk.



Figur 2. Det sorte hul i Mælkevejens centrum midt i en hvirvel af glødende støv og gas. Stof i det inderste af hvirvlen falder ind mod det sorte hul. (Tegning, NASA.)

Den anden figur viser det sorte hul midt i en hvirvel af glødende støv og gas, således som vi forestiller os det ud fra beregninger.

Stjerner og sorte huller

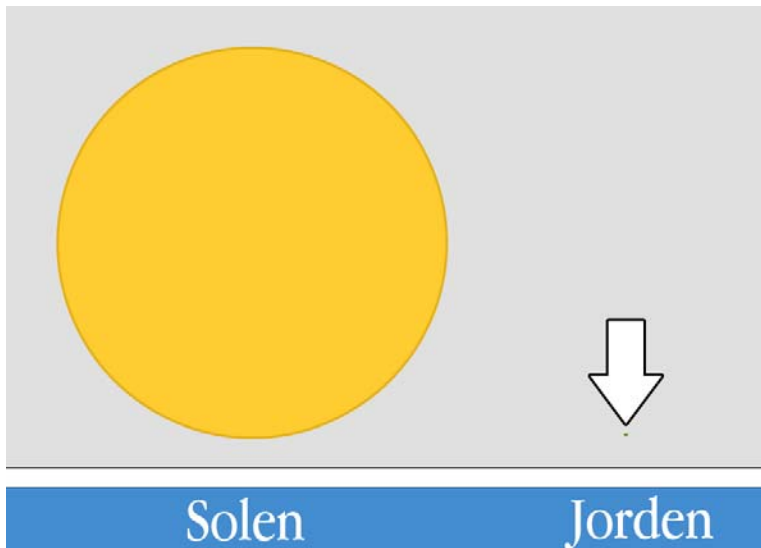
Det sorte huls fysik er meget kort forklaret ovenfor, men hvad er egentlig en stjerne? Planeterne ligner stjerner, men det er kolde kloder, der kredser om Solen, som belyser dem. Planeterne kaldes også vandrestjerner, fordi de bevæger sig i forhold til de ”rigtige” stjerner, også kaldet fiksstjerner, fordi de sidder fast på himlen. Fiksstjernerne er uhyre meget længere borte end planeterne. De dannes i gigantiske skyer af meget koldt støv og gas som vist på den tredje figur. Stoffets egen tyngdekraft samler det i klumper, der så kan blive til stjerner. Når det kolde støv og gas således bliver trykket sammen, opvarmes stoffet, idet tyngdeenergi bliver til varme.



Figur 3. Stjerner dannes i gigantiske skyer af meget koldt støv og gas. Stoffets egen tyngdekraft samler det i klumper, der så kan blive til stjerner. (Foto, Hubble teleskopet, ESA-NASA.)

En stjerne er således en stor kugle af glødende gas, der holdes sammen af sin egen tyngdekraft. Stjernens overflade udstråler derfor lys og varme ganske som et bål, men stjernens overflade er meget varmere, flere tusind grader.

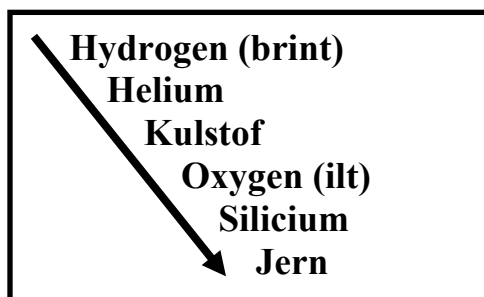
Vores Sol er altså en stjerne, og stjerner er sole, der kan være meget større eller mindre end Solen, hvis radius er 110 gange så stor som Jordens.



Figur 4. Solen er en stjerne – den er en glødende gaskugle, og den er 110 gange større end Jorden. (Tegning, Wikipedia.)

Gassen i en stjerne består mest af hydrogen (brint) og noget helium. Midt i stjernen hersker et meget højt tryk og en temperatur på millioner af grader. Derved omdannes hydrogen hele tiden til helium plus energi. Denne proces kaldes ”fusion”. Fusionsenergien holder stjernen varm, og det giver et tryk indefra, der hindrer stjernen i at styrte sammen på grund af tyngdekraften.

Forskere og teknikere har i mange år prøvet at tæmme fusion, så den kan udnyttes i kraftværker i stedet for kul og olie. Fusion er en anden atomproces end den, der udnyttes i almindelige atomkraftværker.



Boks 1. Sammensmeltning af atomkerner kaldes fusion. Fusion af hydrogen til helium giver Solen energi til stråling i milliarder af år. Nogle stjerner fortsætter i en kortere tid ved fusion af helium til kulstof osv som i boksen.

Når der ikke er mere hydrogen ved stjernens centrum, stiger temperaturen mange millioner grader, så også helium omdannes ved fusion og giver energi. Dette fortsætter med andre grundstoffer, men det får en ende for de meget tunge stjerner, når alle atomer i stoffet omkring midten er blevet til jern (se den lille boks). Så kan der ifølge atomteorien ikke hentes mere energi i atomerne ved fusion, hvorved strålingstrykket pludselig forsvinder. Jernkuglen kolliderer (se den sidste boks) og bliver til et sort hul, der typisk vejer dobbelt så meget som Solen men har en radius på kun 6 km.

Der frigøres på mindre end et minut mere energi af tyngdekraften, end Solen frigør ved fusion på milliarder af år. I dette korte øjeblik udsendes gammastråler så intense, at vi kan observere dem, selvom de kommer fra de fjerneste egne af universet. Strålerne har da været milliarder af år undervejs til Jorden.

Sådan dannes altså til sidst ”små” sorte huller af tunge stjerner. Lettere stjerner har et andet endeligt, der også rummer en spændende historie.

Meget tyder på, at de fleste galakser, ikke kun vores Mælkevej, har et supertungt sort hul i centrum. Så der er mange milliarder supertunge sorte huller derude i verdensrummet. Vi ved endnu ikke, hvordan det supertunge sorte hul i Mælkevejens centrum er dannet. – Mere om astronomi findes fx på forfatterens hjemmeside www.astro.ku.dk/~erik.

Ved stjernens kollaps får alt stof en vældig fart imod centrum trukket af tyngdekraften. Tyngdeenergien omsættes altså til bevægelsesenergi, men nærmere ved centrum må farten nødvendigvis stoppe. Derved omsættes energien meget pludseligt til varme og stråling, der sker en voldsom eksplosion, og vi kan observere en såkaldt supernova.

Jernet er altså blevet til et sort hul med en vis masse (vægt), og det er ikke jern mere. Alt som falder ind i et sort hul, øger hullets masse. Det er, hvad der sker med det. Er det en stjerne, der falder ind, ophører den altså fuldstændig med at være en stjerne. Ligeså med lys, der falder ind, det øger kun hullets masse lidt.

Boks 2. Stjernens jernkerne kolliderer og bliver til et sort hul med samme masse.