



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Some aspects of evolution and mass transfer in X-ray binaries

Savonije, G.J.

Publication date
1977

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Savonije, G. J. (1977). *Some aspects of evolution and mass transfer in X-ray binaries*.

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

SAMENVATTING

In het algemeen wordt aangenomen dat de voorloper van het kompakte objekt (gewoonlijk een neutronen ster) in een zwaar röntgen dubbelster-systeem een helium ster is geweest (van den Heuvel en Heise 1972; Sutantyo 1973). Deze helium ster was op zijn beurt de kern van de aanvankelijk zwaarste komponent van de dubbelster en bleef achter nadat de zwaarste ster zijn waterstof-rijke mantel aan zijn begeleider had overgedragen tijdens een eerste optreden van "Roche-lobe overflow" (vgl. De Loore en De Grève 1975). De helium ster evolueerde daarna snel naar zijn uiteindelijke vorm, terwijl zijn begeleider nog steeds in een betrekkelijk vroeg stadium van zijn evolutie verkeerde. De uiteindelijke structuur van de helium ster hangt kritisch af van zijn massa. Indien de ster uiteindelijk minder zwaar wordt dan de limietmassa van Chandrasekhar ($\sim 1.4 M_{\odot}$) zal hij zeker als een witte dwerg eindigen - een konfuguratie die zich tegen zijn eigen zwaartekracht in stand kan houden door de druk van het (niet extreem relativistisch) gedegenererde elektronen gas. Helium sterren, waarvan de uiteindelijke massa groter is dan de Chandrasekhar limiet, zullen een supernova explosie ondergaan; hun kernen storten ineens tot neutronen sterren of zwarte gaten. Een dergelijke supernova gebeurtenis is, naar men aanneemt, essentieel voor het vormen van röntgendubbelsterren.

Hoofdstuk I is gewijd aan de evolutie van helium sterren van verschillende massa. Indien de buitenlagen van de helium ster sterk gaan expanderen, zal er een tweede stadium van "Roche-lobe overflow" plaatsvinden. Dit is belangrijk, want de daarop volgende massa-overdracht zou de massa van de helium ster onder de Chandrasekhar limiet kunnen brengen en zodoende de vorming van een röntgendubbelster verhinderen. Omdat de expansie van de buitenlagen kritisch afhangt van de massa van de krimpende koolstof-zuurstof kern (die overbleef na afloop van de helium kern verbranding), bleek het nodig om een fysisch zelfkonsistente methode te ontwikkelen ter bepaling van de grens van een uitzettende helium verbrandende konvektieve kern. Een dergelijke methode was nog niet voorhanden en veroorzaakte een aanzienlijke onzekerheid aangaande de afmetingen van de resulterende koolstof-zuurstof kernen. Het resultaat van deze evolutie-berekeningen is dat helium sterren met een massa van ongeveer $2 M_{\odot}$ koolstof-zuurstof kernen rond $1 M_{\odot}$ blijken te ontwikkelen. Dit is de grensmassa voor het nog niet onder gedegenererde omstandigheden ontsteken van koolstof in de kern; sterren met minder zware kernen blijven

in een stadium van kernkontractie zonder in het centrum koolstof te ontsteken. Een dergelijke voortgezette kernkontractie gaat gepaard met een omvangrijke uitzetting van de stermantel en zal tot hernieuwde massa-overdracht leiden. Het valt aan te nemen dat tijdens deze tweede fase van Roche-lobe overflow de helium ster nagenoeg zijn gehele heliumrijke mantel zal verliezen, zodat er een witte dwerg van ongeveer $1 M_{\odot}$ zal overblijven. Hiermee komt de grensmassa voor helium sterren die nog een supernova stadium doorlopen iets boven de $2 M_{\odot}$ te liggen.

Het was nodig om veel van de in het evolutie programma ingebouwde fysika te vernieuwen ten einde de daarop volgende evolutiestadia te bestuderen. Ook het effect van massaverlies ten gevolge van een intense sterrewind moest in rekening worden gebracht. De resultaten van dit werk zullen in een afzonderlijk artikel worden gepubliceerd.

In hoofdstuk II worden de resultaten gegeven van gedetailleerde evolutie berekeningen van het beginstadium van massa-overdracht naar de ineengestorte relativistische ster ten gevolge van "Roche-lobe overflow" (dat is de fase waarin de dubbelster waarneembaar is als een röntgenbron). Aangetoond wordt dat - in tegenstelling tot wat algemeen wordt aangenomen - de heldere, zware röntgendubbelsterren zeer wel door "Roche-lobe overflow", in plaats van door een sterke sterrewind kunnen worden gevoed. De snelle röntgen pulsars ($P < 10$ sec) Her X-1 and Cen X-3 roteren hoogstwaarschijnlijk gemiddeld met de evenwichts-rotatiesnelheid (vgl. Henry en Schreier 1977). In dat geval is het mogelijk om met behulp van de resultaten van de massatransport berekeningen van hoofdstuk II de toename van de rotatiesnelheid van de massa ontvangende neutronen ster te voorspellen. Het blijkt dat de aldus verkregen waarden in goede overeenstemming zijn met de waargenomen afname van de röntgen puls-perioden van bovengenoemde twee bronnen. Dit lijkt een sterke aanwijzing te zijn voor het optreden van "Roche-lobe overflow" in deze twee dubbelster systemen.

In hoofdstuk III wordt aangetoond dat de getijdenkracht die wordt uitgeoefend op een zich in een dubbelster bevindende pre-supernova helium ster, onvoldoende is om de te snelle rotatie van deze ster gedurende zijn verdere leven nog te synchroniseren met zijn baanbeweging. Zodoende mag men aannemen dat de pulsars in deze systemen bij hun geboorte snel roteren, evenals de enkelvoudige pulsars. Men neemt aan dat de snelle rotatie van pulsars wordt geremd door het uitzenden van magnetische dipool straling (Ostriker en Gunn 1969). Echter, de rotatie van pulsars die lid zijn van een nauwe dubbelster kan veel efficiënter worden ver-