



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Different manifestations of accretion onto compact objects

Altamirano, D.

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Altamirano, D. (2008). Different manifestations of accretion onto compact objects

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: <http://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.

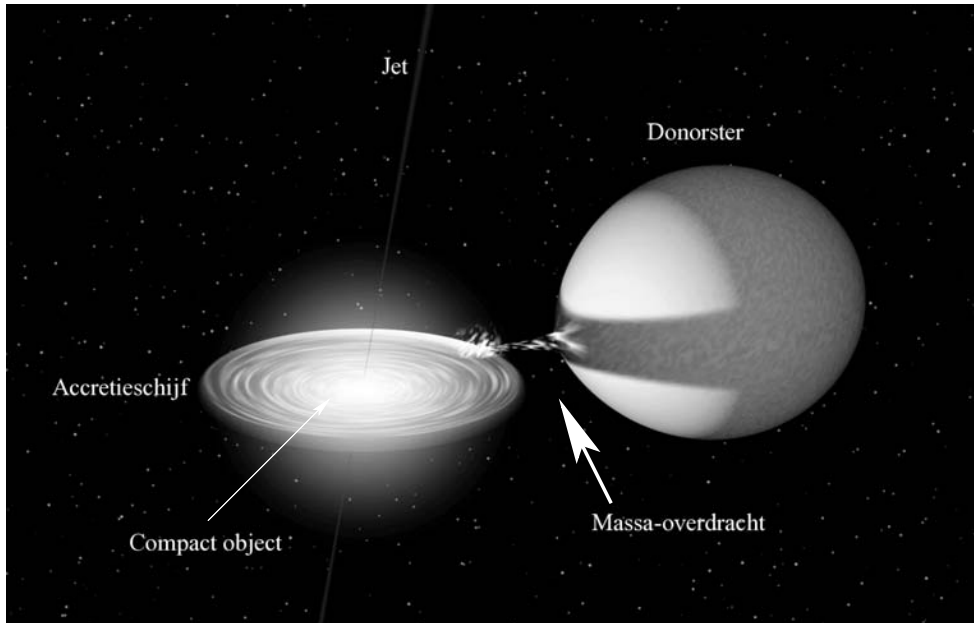
Samenvatting

Overal aan de nachtelijke hemel zijn sterren te zien. Ze worden geboren uit wolken bestaande uit gas en stof en leven miljoenen tot miljarden jaren waarna ze uiteindelijk sterven. Wanneer een ster bij de geboorte zwaarder is dan ongeveer 10 keer de massa van de zon, dan zal deze aan het eind van zijn leven exploderen in, wat genoemd wordt, een "Supernova". Afhankelijk van het gewicht van de ster zal deze explosie een neutronenster of een zwart gat achterlaten.

Neutronensterren en zwarte gaten worden compacte objecten genoemd vanwege hun extreem hoge dichtheid. Hoewel de massa van neutronensterren (in het algemeen) lager is dan die van zwarte gaten, is het volume van een neutronenster zo klein dat de dichtheid nog steeds extreem hoog is. Om een voorbeeld te geven: de massa van neutronensterren, zoals die in sommige gevallen bepaald is, blijkt ongeveer anderhalf keer die van onze zon te zijn. Maar neutronensterren zijn bolvormige objecten met een straal kleiner dan 15 km. Dit is dus anderhalf keer het gewicht van de zon in een bolvormig volume ter grootte van Amsterdam. Werkelijk indrukwekkend, wanneer je je realiseert dat de zon 330.000 keer zo zwaar is als onze aarde. Daarom heeft het werk dat ik in mijn proefschrift presenteer als hoofddoel een beter inzicht te krijgen in de processen die deze bijzondere objecten beheersen.

De meeste sterren in ons universum zitten in dubbelstersystemen waarin twee sterren rond elkaar draaien. Wanneer één van deze sterren zwaar genoeg is om aan het eind van zijn leven een compact object te worden dan zijn er twee mogelijke scenarios. Ofwel het systeem blijft behouden na de supernova explosie, waarbij het compacte object en de tweede, begeleidende ster rond elkaar blijven draaien, ofwel het systeem valt uiteen als gevolg van de explosie.

Als het dubbelstersysteem na de explosie behouden blijft en als ook de afstand tussen het compacte object en de begeleidende ster niet al te groot is, dan zal het gas van de begeleidende ster aangetrokken worden door de sterke zwaartekracht van het compacte object. Dit gas zal naar het compacte object vallen en door de rotatie van het systeem een spiraliserende beweging maken en een zogenoemde accretieschijf vormen. Dit traject van het gas is zicht-



Figuur 1: Een tekening van een lage-massa röntgendubbelster. De gewone ster wordt ook wel donorster genoemd aangezien hij zijn massa overdraagt aan het compacte object.

baar in verschillende vormen van licht, maar is voornamelijk waarneembaar als röntgen straling. Een schets van zo'n systeem is te zien in Figuur 1. In mijn proefschrift beschrijf ik het onderzoek van enkele van de verschillende manifestaties van dit accretieproces zoals die in röntgenstraling worden waargenomen.

Om deze objecten te bestuderen maak ik gebruik van waarnemingen die zijn gedaan met de Rossi X-ray Timing Explorer satelliet. Dit is een telescoop die röntgenfotonen registreert die van deze objecten afkomstig zijn. Hierbij worden zowel het aantal fotonen als hun energie geregistreerd per tijdseenheid, waarbij de aankomsttijd van de fotonen zeer nauwkeurig bepaald wordt. Met deze informatie is het mogelijk om periodieke of quasi-periodieke tijdsfluctuaties in de röntgenhelderheid van accreterende compacte objecten te onderzoeken, die weer gebruikt kunnen worden om deze systemen beter te kunnen begrijpen.

Eén van de voorspelde eigenschappen van zwarte gaten is dat ze geen oppervlak hebben (dit is misschien wel het grootste verschil tussen een zwart gat en een neutronenster), waardoor het alleen mogelijk is om het naar het zwarte

gat toe spiraliserende gas te bestuderen. In hoofdstuk 8 presenteer ik een volledige analyse van de alle Rossi gegevens van het röntgendubbelstersysteem XTE J1550–564 waarin het compacte object zeer waarschijnlijk een zwart gat is. Tijdens deze studie heb ik vele verschijnselen bestudeerd die quasi-periodiek zijn. De eigenschappen van deze verschijnselen zich hangen af van de röntgenhelderheid van het systeem.

In het geval van neutronensterren is het mogelijk om zowel het naar binnen vallende gas te bestuderen alswel te zien wat er gebeurt wanneer het gas het oppervlak van de neutronenster raakt. Twee interessante voorbeelden die ik in mijn proefschrift heb bestudeerd, zijn:

- (I) Thermonucleaire uitbarstingen: wanneer er zich genoeg gas op het oppervlak van de neutronenster heeft verzameld en daarmee de druk en ook de temperatuur in deze laag gas is toegenomen, zijn de omstandigheden dusdanig dat er waterstof- of helium-kernfusie geïnitieerd kan worden. Deze kernreactie manifesteert zichzelf als een 'nucleaire explosie' en wordt een röntgenflits genoemd. Deze flitsen duren slechts een paar seconden, herhalen zich verscheidene keren per dag, zijn onvoorspelbaar en produceren meer energie in 10 seconden dan de zon in één week.
- (II) Accreterende milliseconde pulsars: pulsars zijn roterende neutronensterren waarbij er zeer regelmatige lichtpulsen opgewekt worden met een tussenpoos gelijk aan de rotatieperiode van de neutronenster. Deze lichtpulsen kunnen worden verklaard met behulp van het vuurtorenmodel: de pulsars zenden bundels van straling uit die periodiek over de Aardescheren. Pulsars zijn extreem regelmatig en kunnen ook als de pulsen zeer zwak zijn nog worden waargenomen.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen radiopulsars en röntgenpulsars afhankelijk van de soort straling die ze uitzenden. Voor röntgenpulsars wordt aangenomen dat de pulsen ontstaan daar waar het geaccreterende gas de neutronenster raakt. In plaats van dat het gas uniform naar de neutronenster toevalt, wordt het gas gekanaliseerd door het aanwezige magnetisch veld van de pulsar. Het gas wordt naar de magnetische polen van de neutronenster gedreven en resulteert in hete plekken op het oppervlak van de neutronenster. Deze hete plekken zijn helderder in röntgenstraling dan de rest van het oppervlak van de neutronenster. Doordat de neutronenster roteert zullen deze hete plekken röntgenpulsaties veroorzaken in de waargenomen helderheid van het object met een periode gelijk aan de rotatieperiode van de neutronenster.

In hoofdstukken 5, 6 en 7 bestudeer ik de quasi-periodieke helderheidsvariaties die zich voordoen tijdens het accretieproces. Hieruit blijkt dat voor

Samenvatting

verschillende neutronensterren de manier waarop de materie naar de neutronster toe spiraleert zeer veel overeenkomsten vertoont. In hoofdstuk 3 en 4 komen twee bijzondere accreterende milliseconde pulsars aan de orde. Deze pulsars zijn met tussenpozen actief, wat vergelijkbaar is met een vuurtoren waarbij de lamp het soms wel doet en soms niet. In hoofdstuk 2 bestudeer ik een bijzonder type helderheidsfluctuatie. Hoewel de aard van deze fluctuatie nog niet zeker is, lijkt het erop dat deze van het oppervlak van de neutronster komt en dat het gehele neutronsteroppervlak quasi-periodiek in helderheid varieert. In het begin zijn de schommelingen zeer snel, maar ze worden steeds langzamer en trager tot het punt bereikt wordt waarop een thermonucleaire flits kan plaatsvinden. Dit is de eerste keer dat we een waarneembaar verschijnsel kunnen gebruiken om het moment van de terugkerende flitsen te voorspellen. In andere woorden, we hebben voor het eerst een klok gevonden die ons kan vertellen wanneer de bom opnieuw gaat ontploffen.