

AR Scorpii ist ein neuer Weißer Zwerg im Ejektor-Zustand

Peter B. Lehmann

Nizhnij Arkhyz et al. haben im Oktober 2016 entdeckt, dass AR Sco ein im Radiobereich pulsierender Weißer Zwerg mit starkem Magnetfeld ist. Die Pulsationszeit, die auch im Optischen und UV-Bereich beobachtet wird, beträgt etwa 117 Sekunden. Diese hohe Intensität lassen wenig Raum für Zweifel, dass der Weiße Zwerg in AR Sco als Spin-Up-powered Pulsar arbeitet und daher im Ejektor-Zustand (der schnellere Drehmoment wird wieder durch Materialfreigabe ausgeglichen) ist. AR Scorpii ist dem bekannten Objekt AE Aqr sehr ähnlich. In beiden Systemen sind die kompakteren Komponenten Spin-Up (beschleunigen also ihre Umdrehung), und haben daher ein relativ starkes Magnetfeld in der Größenordnung von 100-500 MG. Die Magnetfelder entstanden durch Akkretions-Spin-Up in der vorherigen Epoche, während der sich das Magnetfeld des Weißen Zwergs wesentlich weiter entwickelte. Anfänglich war AR Sco von der akkumulierten Substanz bedeckt, aber nach dem Ende der Spin-Up-Phase wieder auf seinen Anfangswert zurückgekehrt.

Literatur:

[1] Proc. der Konferenz "Sterne vom Zusammenbruch zum Kollaps" (gehalten im Oktober 2016, Nizhnij Arkhyz, Karachai-Cherkessian Republik, Special Astrophysical Observatory der russischen Acad. of Sci.)

[2] <https://arxiv.org/1612.07831>

Ein Brauner Zwerg im Detail

Peter B. Lehmann

18,7 Parsec von unserem Sonnensystem entfernt befindet sich im Sternbild Cetus ein der Sonne ähnliches Doppelsternsystem HD 4747. Der sehr lichtschwache Begleiter wurde 1996 von Justin R. Crepp (University of Notre Dame / US-Bundesstaat Indiana) bei der Untersuchung von spektroskopischen Daten entdeckt. Um diesen Begleiter (HD4747B) nun genauer zu bestimmen, wurden 18jährige Aufzeichnungen ausgewertet. Es ist ein Brauner Zwerg, der sein Zentralgestirn in einem projizierten Abstand von 11,3 AE umrundet. Aus den spektralen Daten konnten die Forscher seine Umlaufbahn ableiten: HD 4747B benötigt 37,9 Jahre für einen Umlauf und befindet sich auf einer stark elliptischen Bahn mit der Exzentrizität $e = 0,74$. Die Entfernung zum Zentrum des System entspricht etwa der Distanz Sonne/Saturn. Mit der adaptiven Optik NIRC2 am 10-Meter-Keck II-Teleskop auf dem Mauna Kea, Hawaii, gelang es, den leuchtschwachen Begleiter des Sterns HD 4747 direkt abzubilden (Abb. 1). HD 4747B ist ein Brauner Zwerg mit einer Masse von 60 Jupitermassen. Die z.Z. gebräuchlichen Sternentwicklungsmodelle für Braune Zwerges des Spektraltyps L kommen hier allerdings auf eine Masse von rund 72 Jupitermassen, unter der Annahme, dass HD 4747B wie sein Mutterstern 3,3 Milliarden Jahre alt ist. Beide Angaben liegen aber deutlich unterhalb der Obergrenze von rund 80 Jupitermassen.

Bei Sternen mit höherem Gewicht reichen im Zentrum eines Himmelskörpers Druck und Temperatur aus, um die Fusion von Wasserstoff zu Helium in Gang zu bringen. Die Astrophysiker nutzen HD 4747B als Testobjekt zur Überprüfung der Sternmodelle und schätzen den Wert von 60 Jupitermassen als korrekt ein. Mit diesem Wert ist HD 4747B für einen Exoplaneten auch eindeutig zu massereich. Um solche von Braunen Zwergen zu unterscheiden, setzen manche Astronomen eine Obergrenze bei der 13-fachen Jupitermasse an.

Oberhalb davon reichen die Bedingungen aus, um die Fusion des schweren Wasserstoffisotops Deuterium zu Helium zu zünden. Da dieses Isotop aber sehr viel seltener als der gewöhnliche Wasserstoff ist, kann der geringe Vorrat die Deuteriumfusion nach einigen hunderttausend bis wenigen Millionen Jahre beenden.

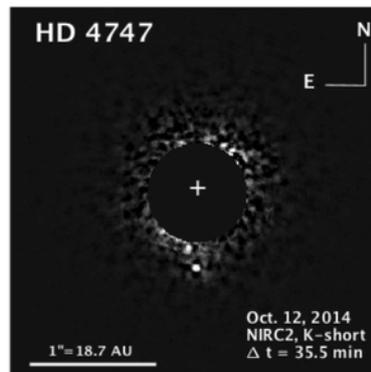


Abb. 1: Nachweis des Braunen Zwergs HD 4747B, Justin R. Crepp et al., mit freundlicher Genehmigung

Literatur:

[1] Justin R. Crepp, <https://arxiv.org/1604.00398>

Entdeckungen in symbiotischen Systemen und der Nova-Forschung

Peter B. Lehmann

Zum Verständnis von symbiotischen binären Sternen und Nova-Eruptionen gab es in den letzten zehn Jahren mehrere überraschende Entwicklungen, die auf Multiwavelength-Daten basierten. Zum Beispiel wurden symbiotische Sterne ohne Schalenverbrennung auf ihren Weißen Zwergen durch ihre Röntgenemission, UV-Überschuss und UV-Variabilität aufgedeckt.

Diese ausschließlich von Akkretion angetriebenen symbiotischen Sterne haben viel schwächere optische Emissionslinien, als die mit Schalenverbrennung. Deshalb sind sie schwerer zu entdecken. Dennoch können sie so zahlreich sein wie symbiotische Sterne mit Schalenverbrennung. Bemerkenswert ist, dass beide symbiotische Klassen

starke Abflüsse auf ihrer kompakteren Begleiter haben, was zu Röntgenemissionen, kollidierenden Winden und räumlich aufgelöste Strahlung führt.

Für Nova-Eruptionen war die überraschendste Entdeckung, dass sie zur Teilchen-Beschleunigung fähig sind, wie durch Fermi-Nachweis von Novae als transiente GeV-Gammastrahlen-Quellen belegt wird. Für Nova-Eruptionen in kataklysmischen Variablen bedeutet dies interne Schocks, zwischen einem langsamen, dichten Abfluss und einem schnellen Abfluss oder Wind. Andere Signaturen von Schocks umfassen thermische Röntgenstrahlen und nicht-thermische Radioemissionen, und ein wesentlicher Teil der optischen Emission kann aus der frühen Phase der Novae stammen. Auch bei den Radio-Sternen V959 Mon und T Pyx zeigen Aufzeichnungen der Novae innerhalb von wenigen Jahren nach ihrer jeweiligen Eruptionen, dass die Ejecta aus einer Nova häufig aus einem Äquatorring und einem bipolarem Abfluss bestehen können.

Literatur:

- [1] Jennifer L. Sokoloski, <https://arxiv.org>, 1702.05898
- [2] Hofstra Universität
- [3] GSFC / Universität von Maryland, Baltimore County)

Neutrino-Emission von Supernovae

Peter B. Lehmann

Der uns allen durch sein hervorragendes Buch „Supernovae und kosmische Gammablitz“ bekannte Hans-Thomas Janka, berichtet im vorliegenden Bericht über den neuesten Stand der Novae- und Supernovae-Forschung am MPI für Astrophysik in Garching.

Supernovae sind die stärksten kosmischen Quellen von MeV-Neutrinos. Diese Elementarteilchen spielen eine entscheidende Rolle, wenn die Evolution eines massiven Sterns durch den Zusammenbruch seines Kerns zu einem Neutronenstern oder einem Schwarzen Loch wird, und der Stern als Supernova explodiert. Die Freisetzung von Elektronenneutrinos, die reichlich durch Elektroneneinfänge erzeugt werden, beschleunigt den katastrophalen Einfall und bewirkt eine allmähliche Neutronisierung des stellaren Plasmas durch die Umwandlung von Protonen in Neutronen, als dominante Bestandteile der Neutronensternmaterie.

Die Emission von Neutrinos und Antineutrinos trägt die Gravitations-Bindungsenergie des kompakten Überrestes weg, und treibt seine Entwicklung vom heißen Anfang zum kalten Endzustand an. Sie spielen auch eine Rolle bei der Nukleosynthese von Eisengruppen-Elementen und Trans-Eisen-Keimen machen.

In diesem Artikel wird die grundlegende Neutrino-Physik in Supernovae-Szenarien und Neutronensternen diskutiert. Dazu gehören die relevantesten Neutrino-Produktions-, Absorptions- und Streuprozesse sowie elementare Aspekte des Neutrino-Transports in dichten Umgebungen.

Literatur:

- [1] H.-Th. Janka (MPI Astrophysik, Garching) <https://arxiv.org>, 1702.08713