

EIN MODELL FÜR DEN SYMBIOTISCHEN STERN V1016 CYGNI

ABHANDLUNG

zur Erlangung
des Titels eines Doktors der Naturwissenschaften
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von

HANSRUDOLF SCHILD
Dipl. Physiker ETH
geboren am 4. April 1953
von Brienzwiler (Kt. Bern)

Angenommen auf Antrag von:

PD Dr. H. Nussbaumer, Referent
Prof. Dr. J. O. Stenflo, Korreferent

Zusammenfassung:

In dieser Arbeit werden UV Beobachtungen und Modellrechnungen für den symbiotischen Stern V1016 Cygni präsentiert. Die Beobachtungen umfassen den Bereich $1200 \text{ \AA} \leq \lambda \leq 3200 \text{ \AA}$ und wurden mit dem astronomischen Satelliten IUE durchgeführt.

Die Modellrechnungen basieren auf den Vorstellungen, wie sie üblicherweise für Planetarische Nebel (P.N.) benutzt werden: Im Zentrum einer kugelförmigen Gasschale befindet sich ein heisser Stern. Dieser hält das Gas ionisiert. Die freigewordenen Elektronen werden durch Stösse thermalisiert. Die Ionen werden durch Elektronenstösse angeregt und emittieren in der Folge Linienphotonen. Auch Rekombinationslinien vor allem von H und He werden abgestrahlt.

Es wird angenommen, dass sich das Gas im Ionisations- und im thermischen Gleichgewicht befinde. Damit wird die Ionisationsstruktur von H, He, C, N, O, Ne, Mg und Si sowie die Elektronentemperatur berechnet. Diese variiert im Nebel zwischen 27'000 K und 8'000 K.

Das mit diesem Modell berechnete Spektrum stimmt gut mit dem beobachteten UV Spektrum überein. Die Masse des ionisierten Teiles des Modellnebels beträgt $2.8 \cdot 10^{-4} M_{\odot}$. Das beobachtete Spektrum liefert ausserdem Hinweise, dass um die ionisierte Wasserstoffregion auch eine ausgedehnte H° Zone existiert.

Für den Zentralstern findet man eine Temperatur von 160'000 K und einen Radius von $0.06 R_{\odot}$. Der innere Rand der Gasschale befindet sich bei $3 \cdot 10^{15}$ cm und die Dichte des Wasserstoffs beträgt $3 \cdot 10^6 \text{ cm}^{-3}$. Diese Grössen deuten darauf hin, dass V1016 Cyg ein in Entstehung begriffener P.N. sein könnte.

Summary

UV observations of the symbiotic star V1016 Cygni are presented. The spectra have been obtained with the IUE (International Ultraviolet Explorer) satellite. From the reddening a distance of 2.2 kpc to the object is derived.

The UV spectrum is interpreted with a single star model: A spherical symmetrical gas shell with constant density is ionized by the radiation of the central star. For the central star a temperature of $T_* = 160'000$ K a radius of $R_* = 0.6 R_\odot$ and $\log (L_*/L_\odot) = 3.3$ is derived. The density in the gas shell is found to be $N(H) = 3 \cdot 10^6 \text{ cm}^{-3}$ and the helium abundance is $a(\text{He}) = 0.20$. The diffuse radiation field is treated in the 'on the spot' approximation. The mass of the H^+ bounded shell is $2.8 \cdot 10^{-4} M_\odot$.

The spectra also show the presence of a large neutral region represented by OI, AlIII and FeII emission lines.

The energy balance in the nebula is determined by heating through ionization and cooling through radiative losses. The most efficient cooling is collisional excitation followed by radiative de-excitation in HI, CIII, CIV, NV, OIII, MgII or in recombination lines of HI. From the energy balance we find an electron temperature which varies between 27'000 and 8000 K. In most cases the calculated spectrum agrees with the observed spectrum to better than a factor two. The discrepancies are discussed.

Other authors have proposed different models for V1016 Cygni, such as a double star consisting of a red giant and a hot star. The UV spectra do not demand a double star model.