

Análisis de los parámetros en la evolución de discos de decreción viscosa en estrellas Be para la banda espectral L.

Fredy Alexander Orjuela López
201711560

Director: Beatriz Eugenia Sabogal Martínez

Codirector: Leandro Rocha Rimulo

1 de octubre de 2018

1. Resumen

Algunos de los sistemas dinámicos astronómicos que evolucionan en el tiempo son las estrellas y las galaxias. Desde la Astrofísica se estudian las propiedades de estos sistemas de acuerdo a sus líneas espectrales, metalicidad, velocidad de rotación, entre otras características.

Este trabajo se centra en un conjunto de estrellas conocidas como Be, observadas por primera vez por el padre Secchi en 1866, quien realizó observaciones de las estrellas γ Cas y β Lyr.

Estas estrellas masivas, no supergigantes, variables y con pulsaciones no radiales poseen un disco delgado que se encuentra en estado gaseoso ionizado en el plano ecuatorial de la estrella; son estrellas de tipo B (que han mostrado líneas de la serie de Balmer en emisión) que están en equilibrio hidrostático, con una rotación de aproximadamente el 70 % de su velocidad crítica la cual, junto con efectos como el de pulsaciones no radiales, genera la formación de un disco de decreción viscoso delgado (DDV), compuesto por gas (en su mayoría hidrógeno) en proceso de difusión hacia el exterior, que es alimentado por la masa expulsada de la estrella central mediante un fenómeno de viscosidad.

Este disco puede ser estudiado mediante las líneas de emisión en el espectro infrarojo (IR), generadas por los procesos de recombinación del disco.

En particular, la banda L de la región del espectro IR se encuentra entre los $3.0 \mu\text{m}$ y $4.1 \mu\text{m}$, es precisamente en esta banda donde se realizan las observaciones de las estrellas Be relevantes para este trabajo. En la primera parte de él trabajo se propone realizar, mediante el software IRAF la reducción, extracción y calibración de los espectros en banda L de una muestra de estrellas Be que fueron tomados en el Observatorio San Pedro Mártir, ubicado en México, para determinar como son los anchos equivalentes de

sus líneas de emisión.

El disco circunestelar consta de una región ópticamente gruesa y otra ópticamente delgada y no se encuentra en equilibrio termodinámico local (la absorción y emisión se hacen a diferentes tasas para diferentes capas del disco). Él puede ser modelado con una pseudo-fotósfera, la cual explica la región del continuo y del IR. En los últimos años se ha venido desarrollando HDUST, un código de transferencia radiativa que permite calcular el espectro emergente y calcular algunos observables asociados con el disco.

La segunda parte del presente trabajo consiste en hacer un ajuste del modelo respecto a los datos observados mediante la espectroscopía en la banda L y utilizar el código HDUST para realizar una comparación entre la teoría y la emisión en dicha banda. Esto a conocer mejor los parámetros del disco de decreción de las estrellas Be y poder ajustarlos con el fin de responder a preguntas como: puede una ley de potencias reproducir la densidad inicial del disco?, cuál es el valor del exponente del ajuste potencial para la banda espectral L?, entre otras. También permitirá indagar sobre el ajuste de los diferentes observables al DDV, por ejemplo, predecir el parámetro que da información de la tasa de masa perdida en el disco.

2. Abstract

Some of the astronomical dynamic systems that evolve over time are stars and galaxies. From Astrophysics the properties of these systems are studied according to their spectral lines, metallicity, rotation of velocity among other characteristics.

This work focuses on a set of known as Be stars, first observed by Father Secchi in 1866, who made observations of the stars γ Cas and β Lyr.

These massive, non-supergiant, variable stars, with non-radial pulsations, have a thin gaseous disk that is in ionized state in the equatorial plane of the star. They are B-type stars (which have shown emission-lines of the Balmer series) in hydrostatic equilibrium, with a rotation of approximately 70 % of their critical velocity, and which, together with effects such as non-radial pulsations, generates the formation of a thin viscous decretion disk (VDD), composed of gas (mostly hydrogen) in process of outward diffusion, which is fed by the mass expelled from the central star by a viscosity phenomenon.

This disk can be studied through the emission lines in the infrared spectrum (IR), generated by recombination processes in the disk.

In particular, the L band of the IR region covers the range between $3.0 \mu\text{m}$ and $4.1 \mu\text{m}$, it is precisely in this band where the observations of some Be stars relevant to this work are made. In the first part of this work, it is proposed to use the IRAF software to reduce, extract and calibrate the L-band spectra of a sample of Be stars that were taken at the San Pedro Mártir Observatory located in Mexico, to determine

the equivalent widths of the emission lines.

The circumstellar disk consists of an optically thick region and an optically thin one, and is not in local thermodynamic equilibrium (absorption and emission are made at different rates for different layers of the disk). It can be modeled with a pseudophotosphere, which explains the region of the continuum and the IR. In recent years HDUST has been developed, that a radiative transfer code that allows to calculate the emerging spectrum and calculate some observables associated with the disk.

The second part of the present work consists of making an adjustment of the model with respect to the observed data through the L-band spectroscopy and using the HDUST code to make a comparison between the theory and the observation in that band. This will allow us to better know the parameters of the decrement disk of the Be stars and to adjust them in order to answer questions such as: can a power law reproduce the initial density of the disk? What is the value of the exponent of the potential adjustments? for the L-band ?, among others. Also it will inquire about the adjustment of the different observables to the VDD, for example, to predict the parameter that gives information of the mass lost rate in the disk.

Firma del Director

Firma del Codirector