

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

Fredy Alexander Orjuela López
2001711560

Director: Beatriz Eugenia Sabogal Martínez

October 1, 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, variables, con pulsaciones no radiales y no supergigantes 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, y el 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 infrarrojo (IR), ya que en esta región del espectro electromagnético se dan los procesos de recombinación necesarios para estudiar el disco.

En particular, la banda L de la región del espectro IR se encuentra entre los 3.0 μm y 4.1 μm , es precisamente en esta banda donde se realizan las observaciones de algunas estrellas Be. En la primera parte de este trabajo se desea 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 algunos parámetros físicos del disco.

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) que 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 asociado 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 observación en dicha banda. Esto permitirá 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 permitir 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, speed of rotation among other characteristics.

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

These massive, variable stars, with non-radial pulsations and non-supergiant, have a thin disk that is in the gas state ionized in the equatorial plane of the star, they are type B stars (which have shown lines of the Balmer series in emission) which are in hydrostatic equilibrium, with a rotation of approximately 70 % of their critical speed, 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 the process of outward diffusion, which is fed by the mass expelled from the central star by a phenomenon of viscosity.

This disk can be studied through the emission lines in the infrared spectrum (IR), since in this region of the electromagnetic spectrum there are the necessary recombination processes to study the disk.

In particular, the L band of the IR spectrum region is 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 are made. In the first part of this work, it is desired 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 some physical parameters of the disk.

The circumferential disc 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 disc) that can be modeled with a pseudo-photosphere, which explains the region of the continuum and the IR. In recent years HDUST has been developed, 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 disc 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 adjustment? for the spectral band L ?, among others. Also allow to inquire about the adjustment of the different observables to the VDD, for example, to predict the parameter that gives information of the mass rate lost in the disk.

Firma del Director