

Abstract

We intend to use advanced numerical simulations to reproduce observed features of the transient eruptions, in order to understand the physical processes governing their outbursts.

In the past twenty years there many outbursts were observed that first seemed to be supernovae (SN) and after follow-up observation turned to behave differently, and be less luminous. These objects are often called SN imposters. Together with them other types of intermediate luminosity optical transients (ILOTs) were observed and studied as well. On an energy vs. time diagram, these objects lay on a slanted stripe called the optical transient stripe (OTS). Some of them appear different as a result of being oriented differently in space. It was suggested that ILOTs share a similar property – the energy source is gravity that acts in a binary system.

We adopt the premise that these phenomena can be explained with gravitational binary interaction, and focus on the erupting star V838 Mon, the prototype of a class of erupting objects called luminous red novae (LRNe). These eruptions, as well as many others in the OTS have similar light curves (brightness variability with time), with specific characteristics. The leading model for the eruption mechanism of LRNe is the “mergerburst” model, where a main sequence (MS) star merges with a less dense and lower mass star (a MS or pre-MS star).

We wish to tie the model and its predictions with the observed light curves. We thus suggest to perform high resolution 3d hydrodynamic simulations of the product of the merger – a MS star surrounded by a thick accretion disk. We will use FLASH hydrodynamic code, a powerful numerical tool in astrophysics, to simulate the physical process of accretion and depletion of the disk. We will later use the radiation transfer code RADMC-3D to simulate the synthetic light curves from different lines of sight, and use them to compare to observed ones.

תקציר

מטרתנו העיקרית במחקר המוצע להשתמש בכלי סימולציה מתקדמים בכדי לשחזר את המאפיינים העיקריים של תצפיות כוכבים מתפרצים וזאת בכדי להבין טוב יותר את המנגנונים הפיזיקליים המניעים אותם.

בעשרים השנים האחרונות נאספו הרבה תצפיות של התפרצות כוכבים שנראו במבט ראשון כסופרנובה, אך לאחר מעקב חוזר התברר כי ההתפרצות שונה מסופרנובה, בעיקר מכיוון שהיא פולטת פחות אור מהמצופה. עצמים אלו נקראים "מתחזים" (Impostors). עצמים אלו והתפרצויות נוספות אשר נצפו ונלמדו הינם נושא המחקר שלנו. בגרף של אנרגיה כפונקציה של הזמן אובייקטים אלו אינם מתפרשים על פני כל הגרף אלא מאכלסים רצועה אלכסונית מיוחדת – הרצועה האופטית. חלק מהתצפיות נראות שונות מאחרות רק בגלל הכיוון המקרי שלהם בחלל. עדויות אלו מרמזות כי כלל ההתפרצויות האלה, המכונות Intermediate Luminosity Optical Transients (ILOTs), מונעות על ידי תהליך פיזיקלי דומה, שהוצע להיות שחרור אנרגיה גרביטציונית במערכת בינרית.

אנו מאמצים הנחה זו ומתמקדים בהתפרצות של העצם הספציפי V838 Mon, אב-טיפוס לאוסף התפרצויות הנקראה נובה אדומה (Luminous Red Nova). כשמשרטטים את עקומת ההארה (בהירות בתלות בזמן) של עצמים אלו יחד עם עצמים נוספים מהרצועה האופטית, מתברר שהעקומות חופפות אחת לרעותה. המודל המוביל להסבר ההתפרצות הוא של מיזוג כוכבים, בו כוכב סידרה ראשית מתמזג עם כוכב פחות צפוף (סידרה ראשית או קדם סידרה ראשית).

אנו מעוניינים לחבר בין מודל זה והתצפיות המאפיינות התפרצות זו. אנו מצעים לבצע סימולציות הידרודינמיות בשלושה ממדים ורזולוציה גבוהה של תוצר המיזוג, כוכב סידרה ראשית ודיסקת ספיחה עבה מסביבו. אנו נשתמש בקוד ההידרודינמי FLASH, הידוע בתחום האסטרופיזיקה בכדי לבנות סימולציה של תהליך הספיחה של החומר מהדיסקה לכוכב ושחרור האנרגיה הכבידתית האצורה בו. לאחר מכן נשתמש בקוד למעבר קרינה RADMC-3D בכדי ליצור עקומת הארה מלאכותית כפי שזו אמורה להיראות מנקודות מבט שונות. תוצאות הסימולציות תשווה לתצפיות במטרה לאשש את המודל הפיזיקלי.