



Двойни звезди и взаимодействия между тях

Даниела Бонева



Credit: (Illustration)
NASA/CXC/M.Weiss

Астрономическа единица: Разстоянието между Земята и Слънцето. $1\text{AE} = 149\,597\,870\,700\text{ m}$

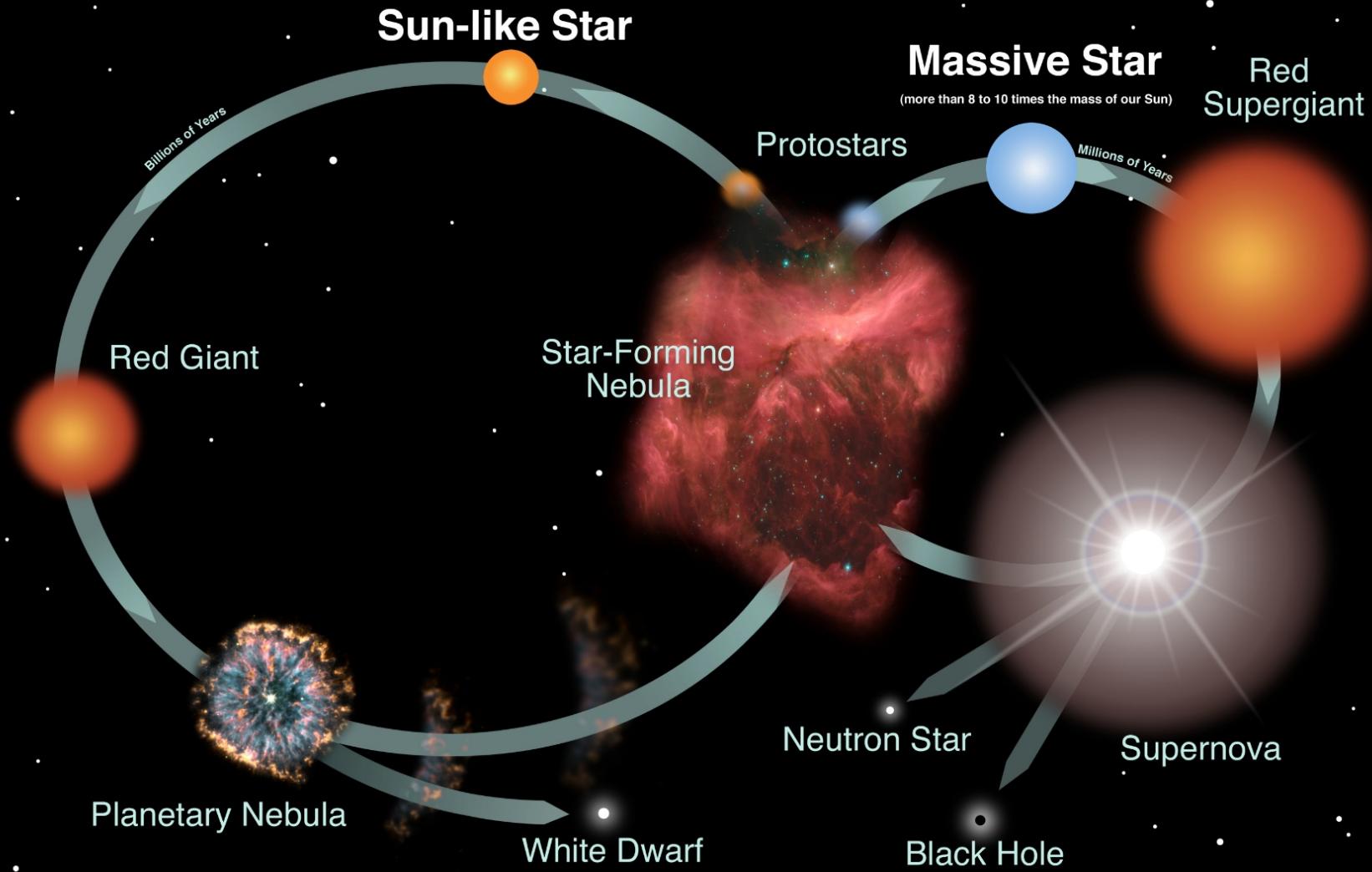
1 светлинна година: разстоянието, което светлината изминава за една година $= 9\,454\,254\,955\,488\text{ km} = 63\,240\text{ AU}$
 $= 0,3066$ парсека

1 парсек $= 3.26$ св. год $= 206\,265\text{ AE}$
или $3,0857 \cdot 10^{16}\text{ m}$ (около 31 трилиона километра)



National Aeronautics and Space Administration

the lives of stars

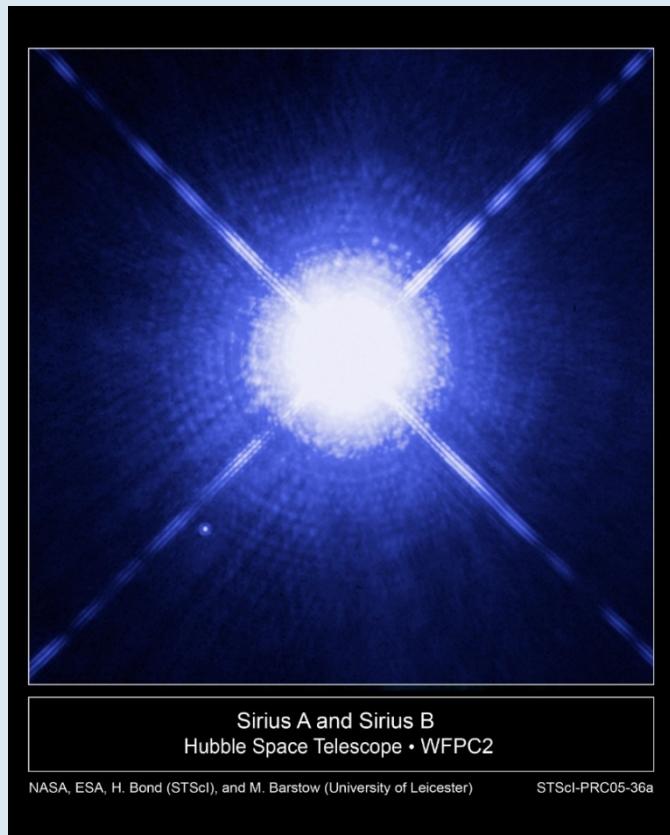


Исторически факти

- ❖ Сър Уилям Хершел (**1738-1822**) забелязва видима близост при много звезди и систематично ги наблюдава;
- ❖ **1780г.** – оценява разделението и ориентацията на над 700 двойки, които се появяват или изглеждат като двойни;
- ❖ **1802г.** - Хершел въвежда термина „двойна звезда“, като за обозначение дава следната дефиниция: „*истинска двойна звезда – обединение (или съюз) на две звезди, които са формирани заедно в една система чрез законите на привличането*“.

Исторически факти

Първите открити двойни звезди



Sirius A and Sirius B
Hubble Space Telescope • WFPC2

NASA, ESA, H. Bond (STScI), and M. Barstow (University of Leicester)

STScI-PRC05-36a



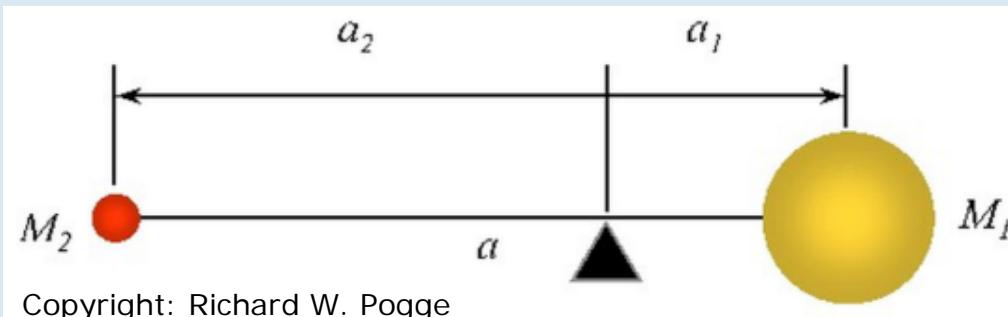
©2011 F. Espenak, www.AstroPixels.com

Сириус АВ – най-ярката звезда на небето. Алвин Кларк (1862) открива, че Сириус има компаньон. Разстояние: 2.6 парсека ~ 8.48 св. год. $\sim 8022.10^{10}$ км

Кастор – алфа Близнаци (α Gemini) – 1678г. Разстояние: 51 св. год. $\sim 4821.10^{11}$ км

на двойна звезда

- ❖ Повече от половината звезди, които ние виждаме не са изолирани в пространството. Те се намират в двойни или тройни системи.
- ❖ Звездите обикалят около общ център на масите на двойната или тройна система.

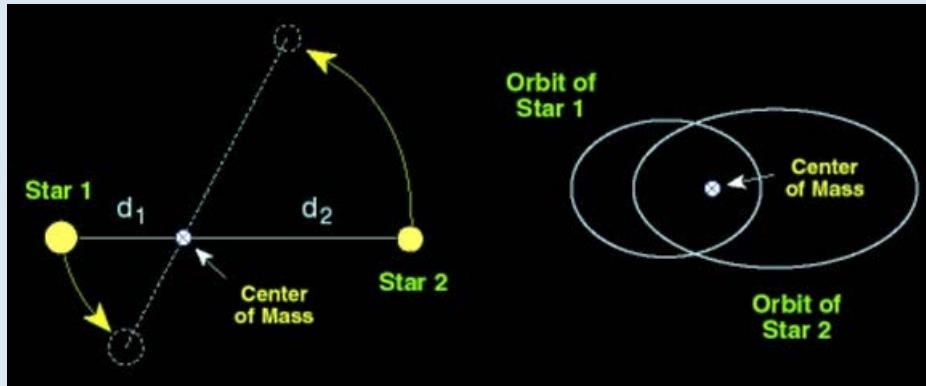


$$r_1 = a \cdot \frac{m_2}{m_1 + m_2} = \frac{a}{1 + m_1/m_2}$$

$$a_1 m_1 = a_2 m_2$$

на двойна звезда

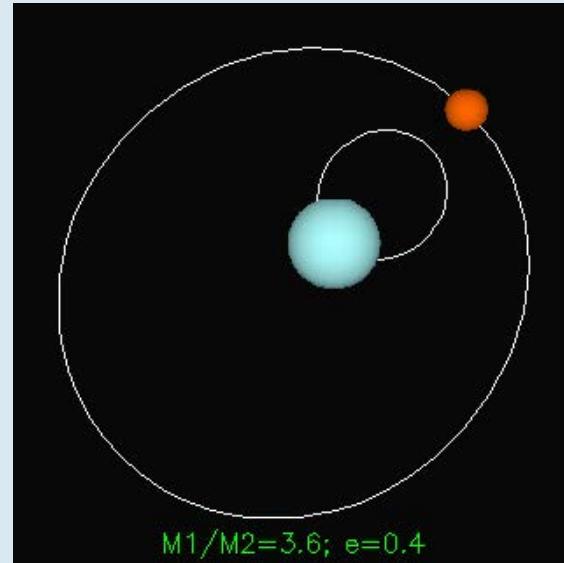
- ❖ Резултат от процеса на формирането на звезди. Не е инцидент!
- ❖ Орбиталният период на двойните звезди може да варира от секунди, до часове и до години.
- ❖ Могат да съдържат звезди от различни типове, размери и маси.
- ❖ Могат да имат кръгови или елиптични орбити.



Типове двойни звезди

Разграничавани според техните орбитални периоди и/или наблюдателни проявления:

- **Визуално двойни** – могат да се видят и двете звезди (компоненти) да обикалят една около друга.



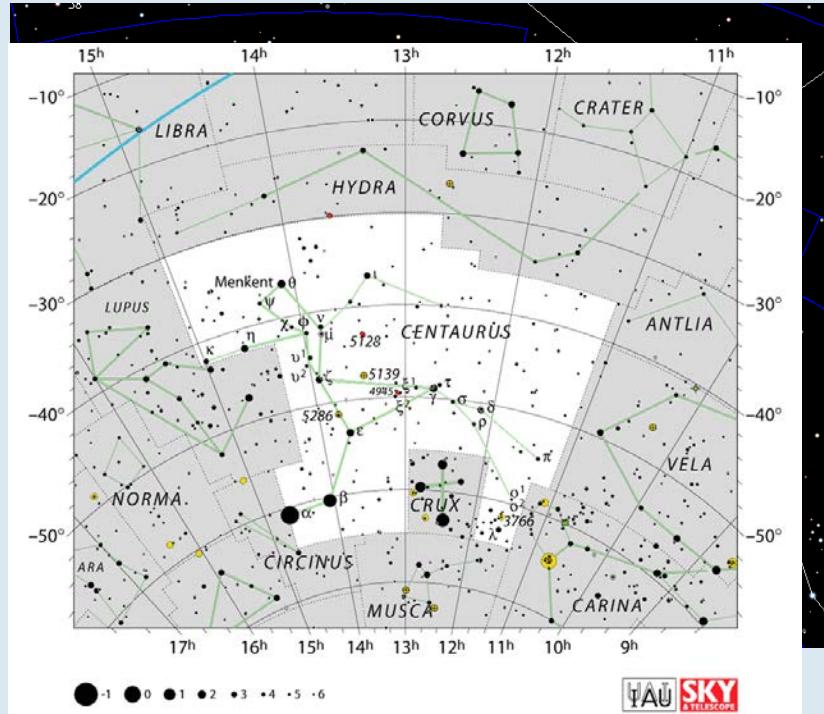
Типове двойни звезди: Визуално двойни



Copyright: Digitized Sky Survey - STScI/NASA, Colored & Healpix by CDS

Алфа Кентавър (α Centauri).

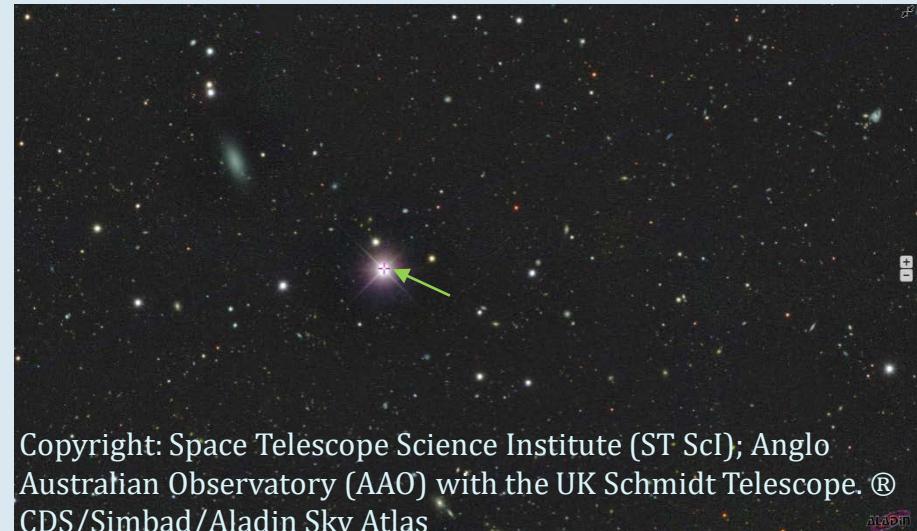
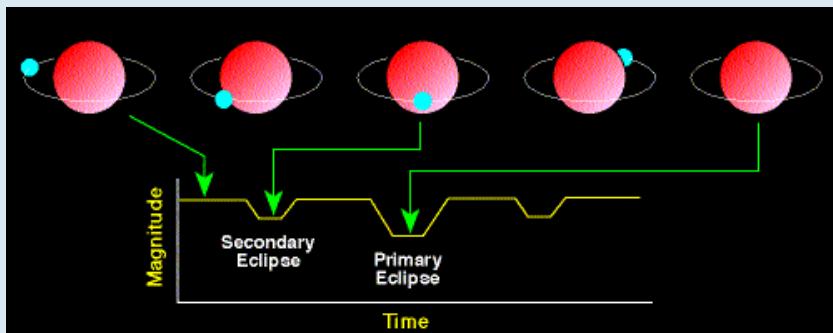
Разстояние - 4.37 св. години или 1.34
парсека от Земята ($\sim 1348.10^{11}$ km).



Типове двойни звезди

Затъмнително двойни -

Наблюдавано от Земята, когато едната звезда преминава точно пред компаньона си. Регулярни промени на блясъка.

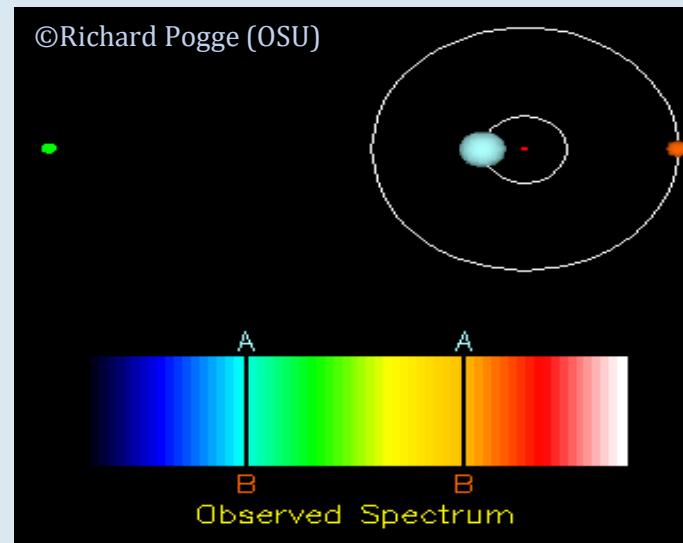
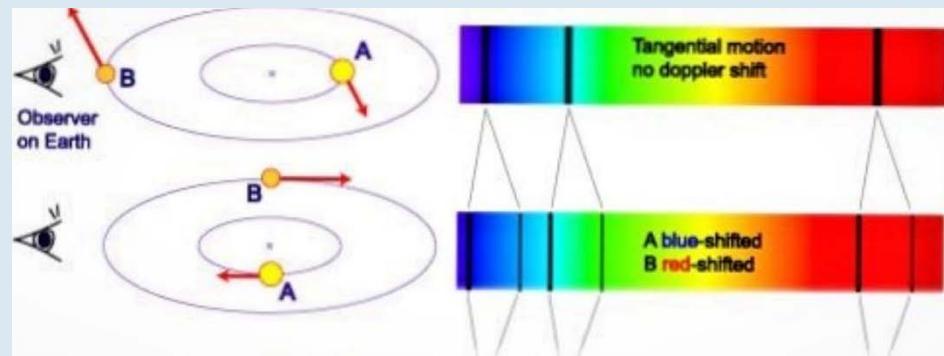


AH Vir (Дева) -
300.33 св. години от Земята
или 92.08 парсека, или
 $\sim 2 \cdot 839 \cdot 10^{12} \text{ km}$

Типове двойни звезди

Спектрално двойни -

- Много близо една до друга.
Виждат се като една, дори през телескоп.
- Могат да бъдат разграничени само чрез спектъра на излъчената светлина и от периодичното Доплерово известване на линиите в този спектър - от червения към синия диапазон или обратно.



Типове двойни звезди : Спектрално двойни



Image credit: Henryk Kowalewski ®

Beta Cygni (Лебед)
Разстояние - 380 св. години
 $\sim 3\ 592 \times 10^{12}$ km

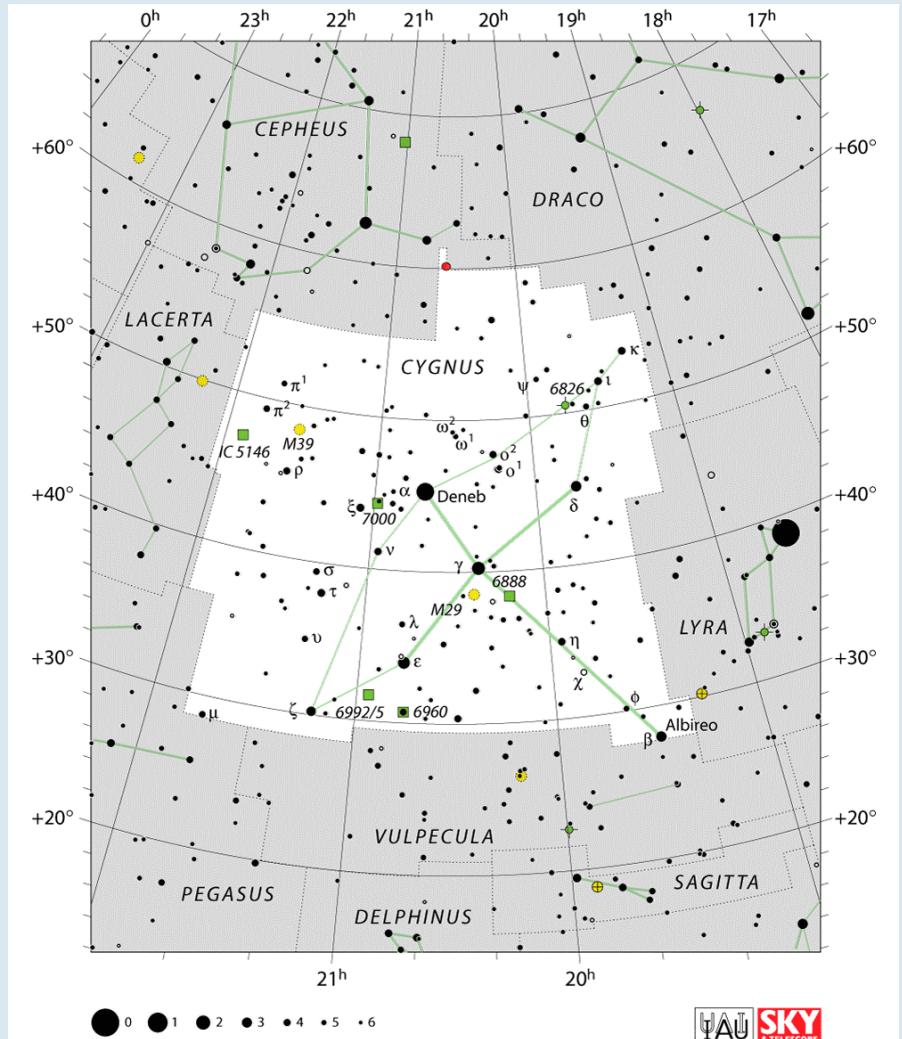
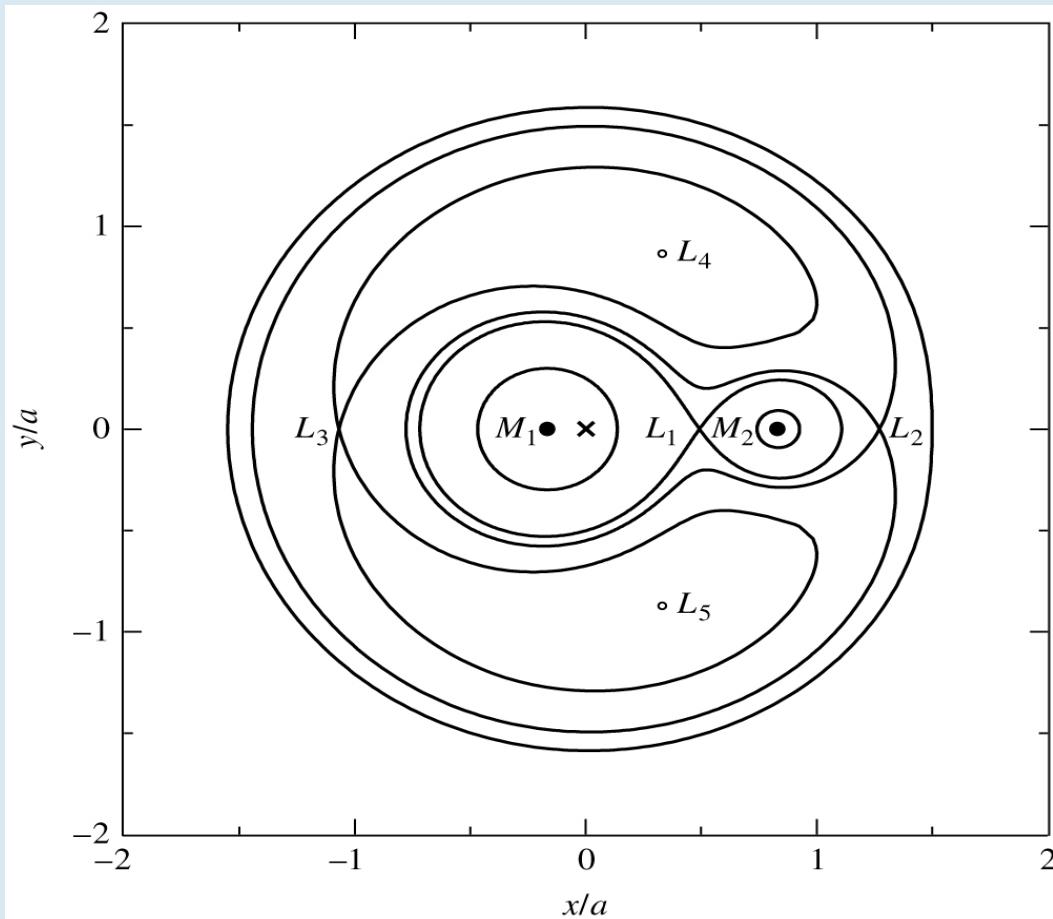
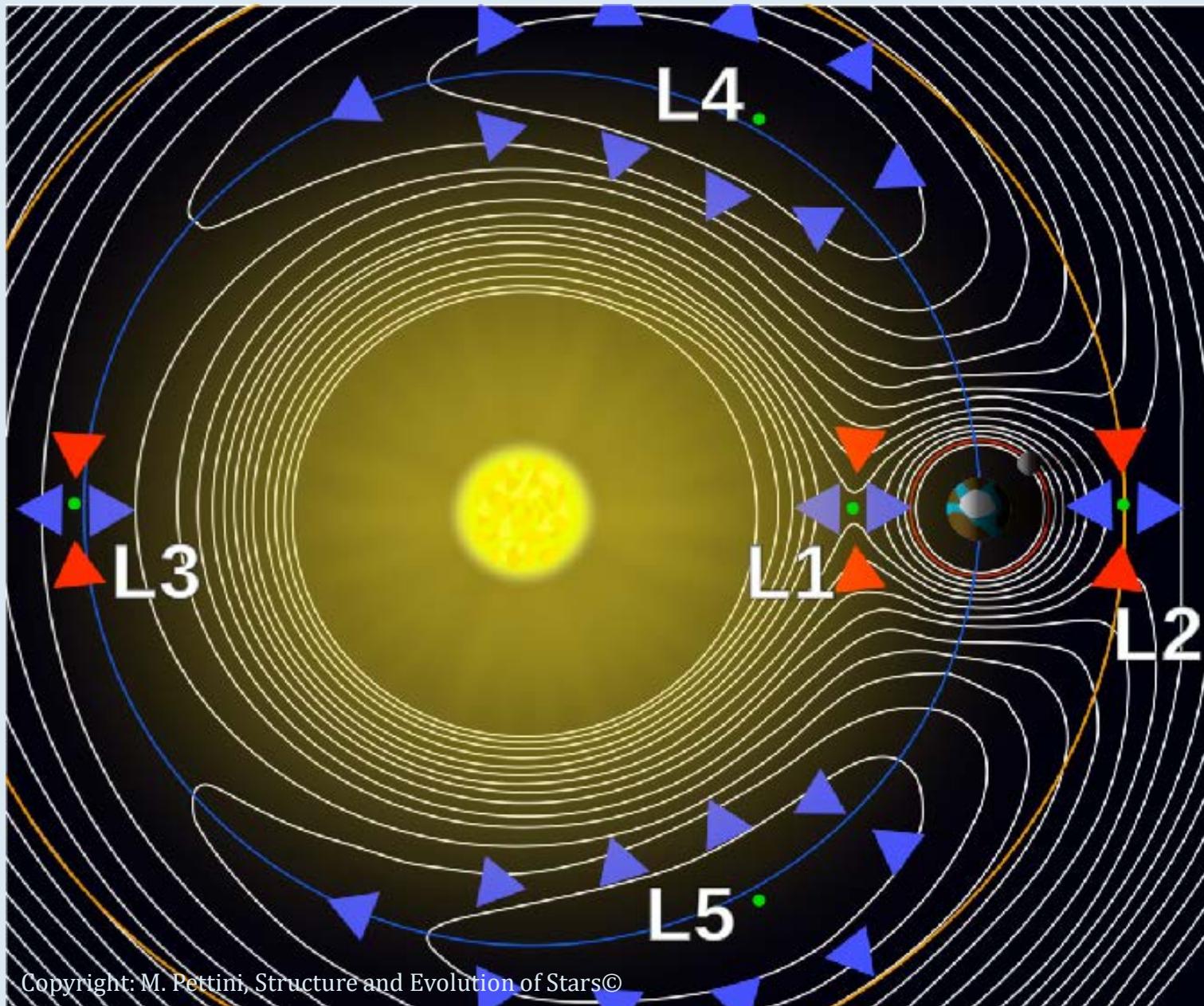


Схема – геометрия на Рош



- L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 - точки на Лагранж
- L_1 - вътрешна точка на Лагранж
- Еквипотенциална повърхнина
- Обем на Рош
- Повърхнина на Рош

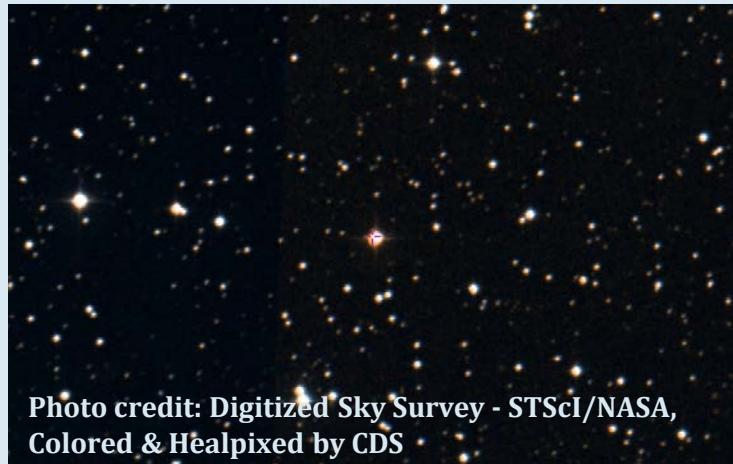
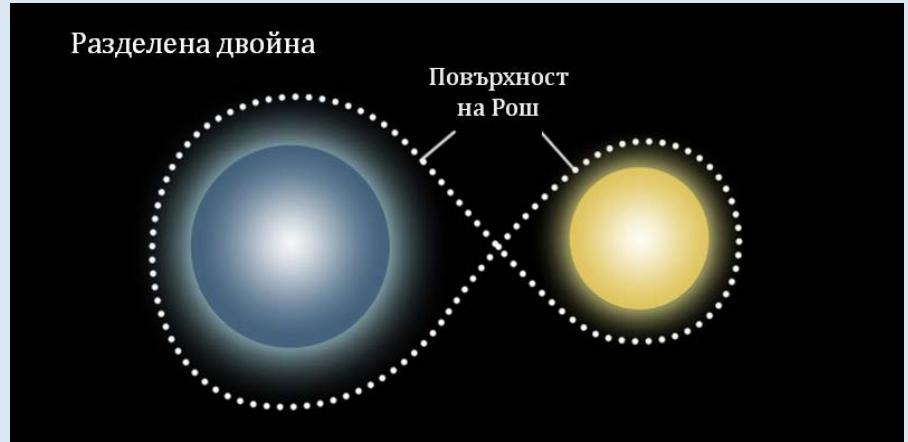
Схема – геометрия на Рош



Класове двойни звезди

Класификация, спрямо конфигурацията, на основата на разстоянията между звездите и запълването на еквипотенциалната повърхнина.

Разделени двойни:
разстоянието между тях е много по-голямо от техния радиус. Звездните повърхности са близки до сферични. Еволюират почти независимо.

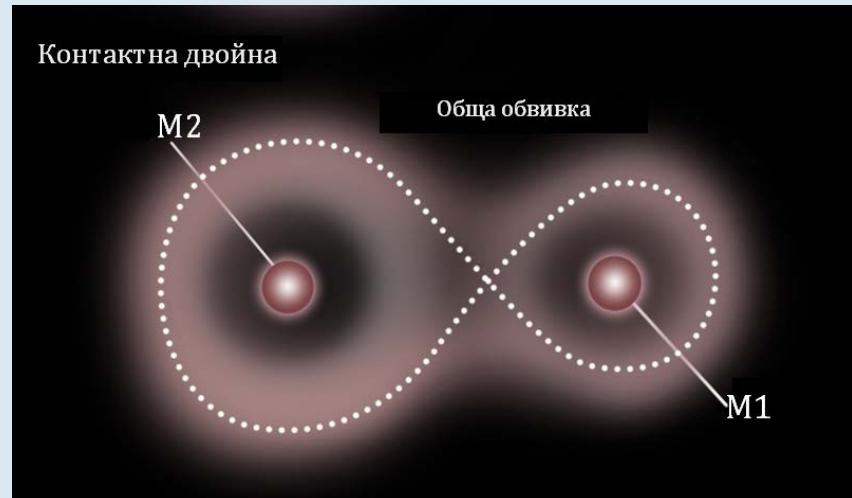


V405 And

Класове двойни звезди

Контактни двойни:

Двете звезди запълват пространството (обем) на Рош. Те споделят обща атмосфера, ограничена от еквипотенциална повърхнина.



Copyright: Digitized Sky Survey - STScI/NASA, Colored & Healpix by CDS

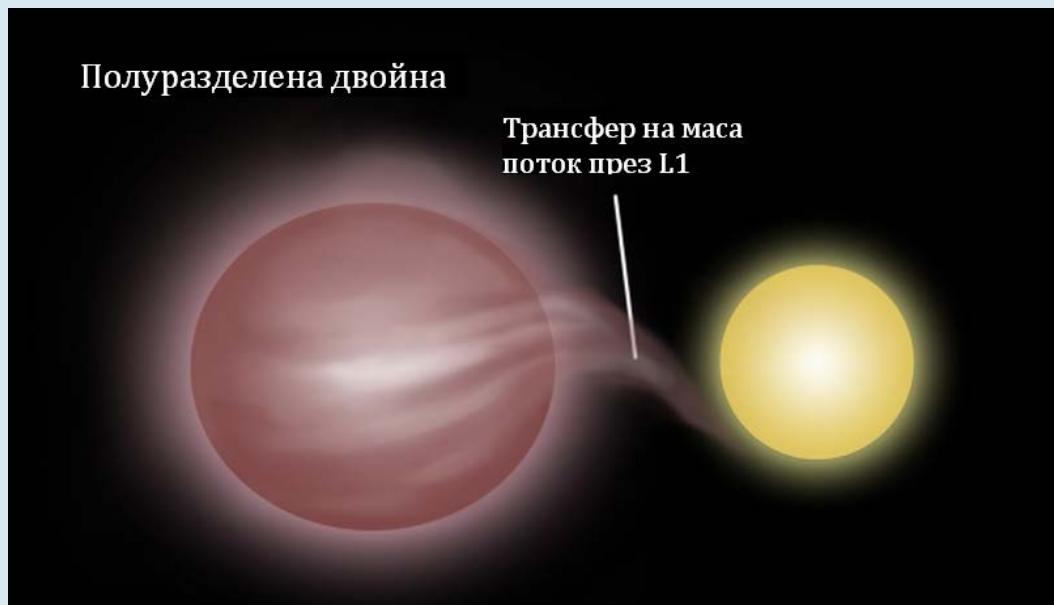
V523 Cas
Контактно двойна
(затъмнително
двойна)

Класове двойни звезди

Полуразделени двойни:

Когато една от звездите се разширява и запълва нейното пространство (обем) на Рош.

Разстоянието между звездите е сравнимо с радиуса на компонентите.



Катализмични променливи

- Съдържат бяло джудже – първична компонента и вторична компонента – звезда запълва нейният обем на Рош;
- Кратък период, неправилни и непериодични промени на светимостта, с голям фактор.

Рентгенови двойни

- Съдържат неутронна звезда или черна дупка;
- Рентгеновите лъчи се генерират от акрецията на газ върху дегенирираната звезда.

Симбиотични двойни

- Червен гигант и бяло джудже в полуразделени двойни.

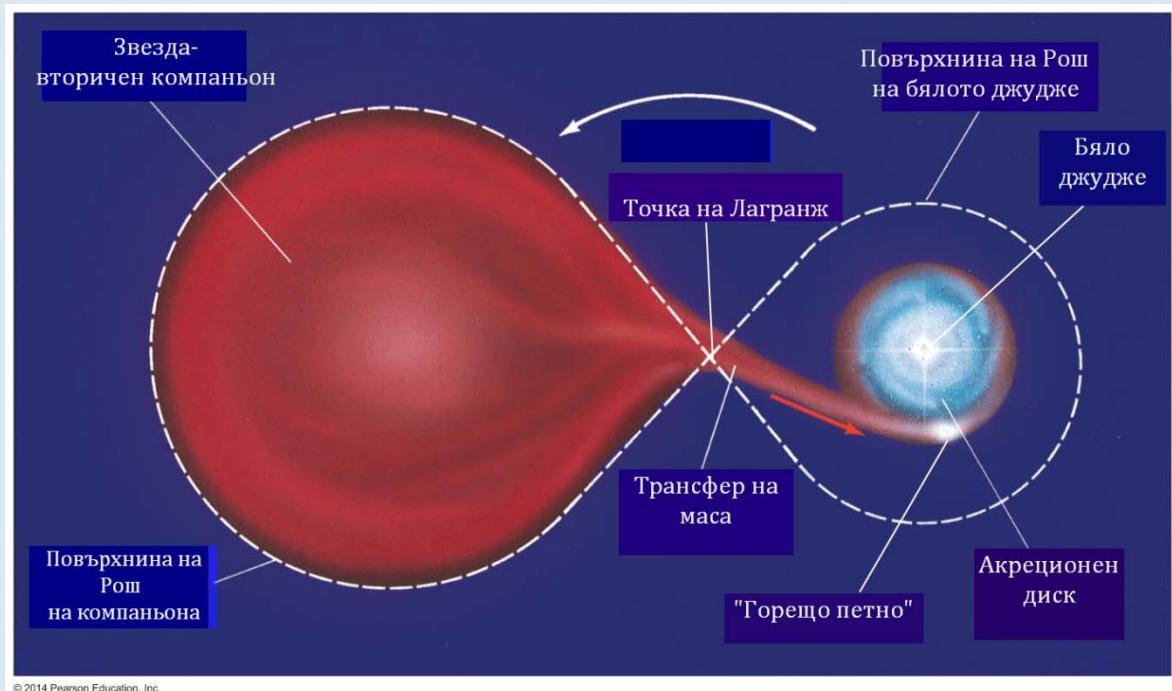


Катализмичната променлива
U Gem (Близнаци)

© SLOAN Digitized Sky Survey - Healpix by CDS

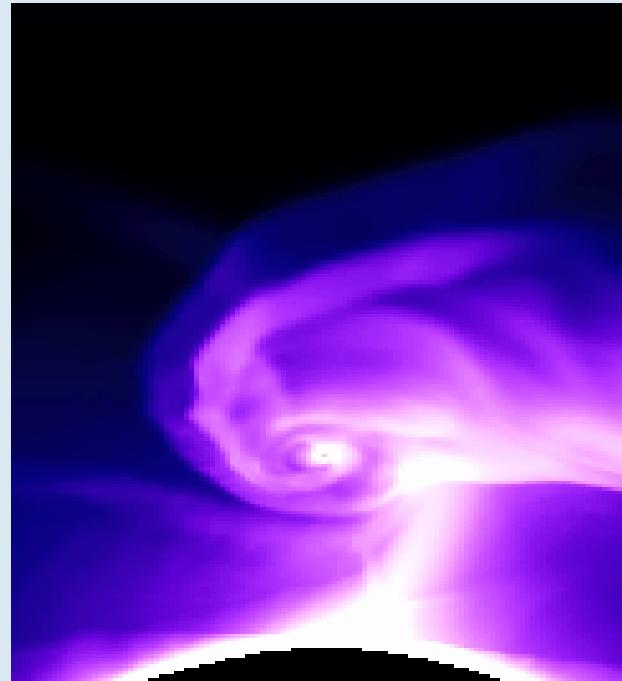
Трансфер на маса

- една от звездите запълва своята ивица на Рош
- обменът на вещество се осъществява през т. L_1
- материията става гравитационно свързана от първичната звезда



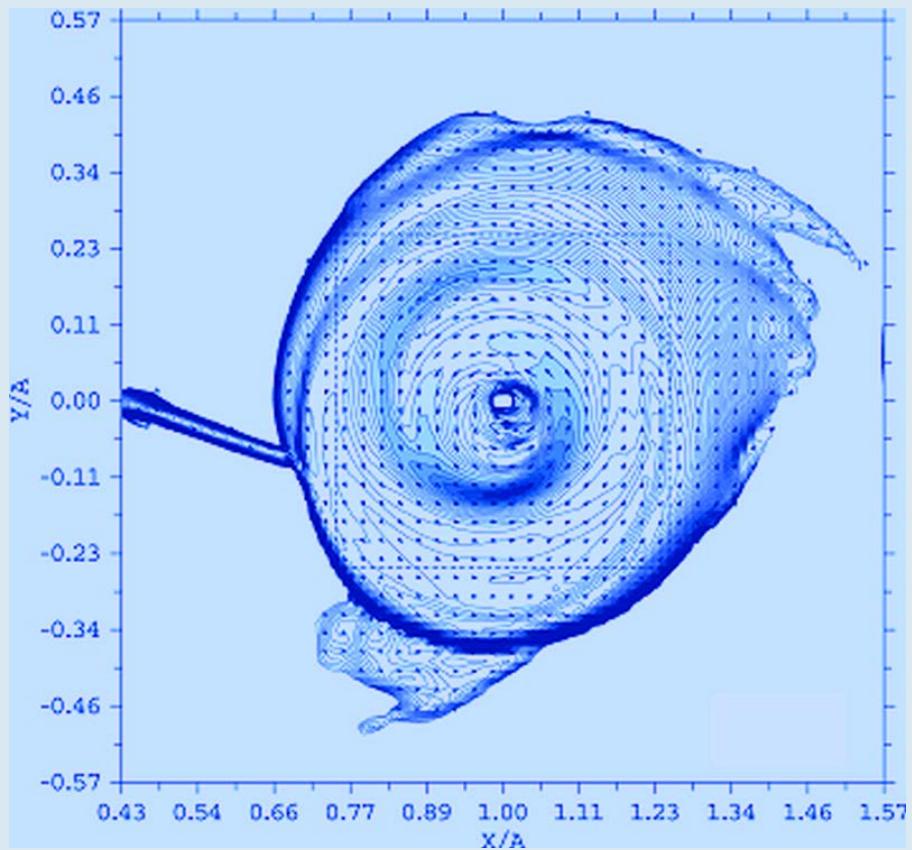
Звезден вятър

- Материята се изхвърля от повърхността на звездата гигант чрез звезден вятър
- При симбиотичните системи



Приливно

- Спирална ударна вълна
- двете компоненти нарушават целостта си чрез комбинация от гравитационни и центрофугиращи ефекти.

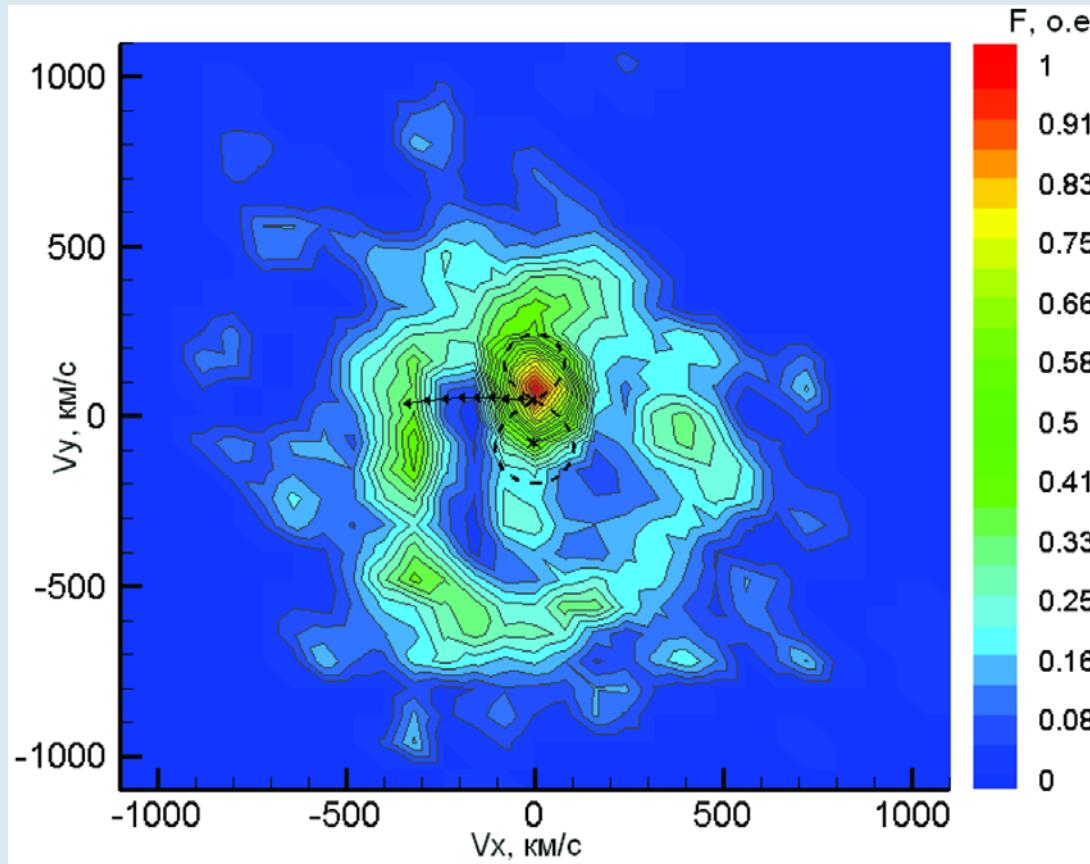


(Friedman & Bisikalo 2008)©

Трансфер на маса в двойна звездна система с бяло джудже



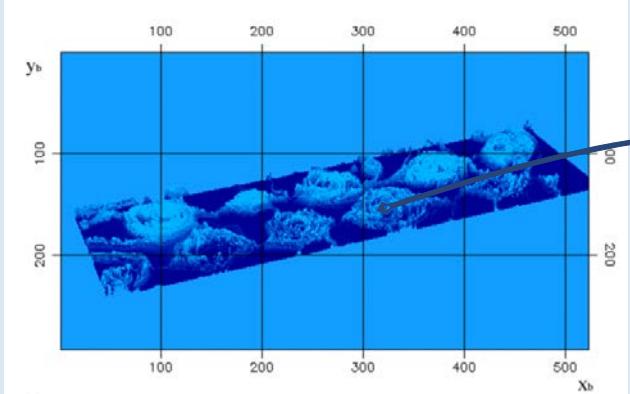
Резултати от наши изследвания



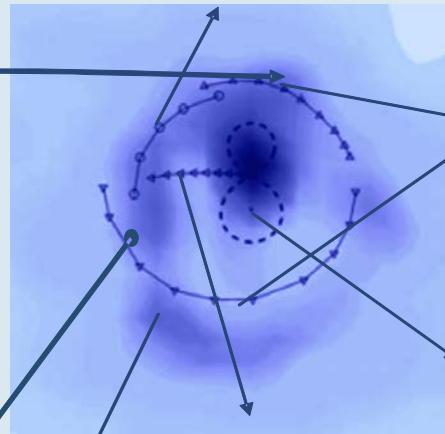
Катализмичната променлива SS Cyg (SS Лебед) по време на избухване.
Газо-динамични симулации + техника на Доплерова томография. Показва
основните елементи на акреционното течение (Boneva et al., ARep, 53, 11,
p.1004)=

Резултати от наши изследвания

Структура на акреционното течение. Основни елементи.



Гореща линия

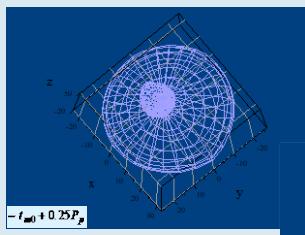


приливни
вълни

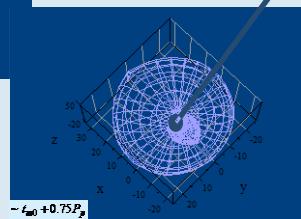
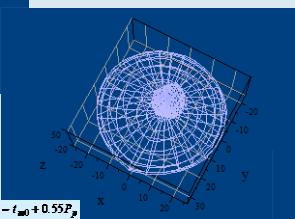
акретор

Траектория на
потока от L_1

Елиптичен
диск



Вихро-подобни
вълнови структури



Плътностни
зони

(Boneva 2012, 2017)

Заключение

Двойните звезди и тяхното изучаване са важни, защото:

- ❑ позволяват ни да намерим масите и радиусите на звездите
- ❑ звездната атмосфера и звездните повърхности
- ❑ Звездната еволюция:
тесните двойни звезди имат влияние една на друга в
еволюцията
- ❑ Наличие на акреционни дискове
- ❑ описание на свойства чрез на някои двойни звезди, които са
необясними чрез еволюцията на изолирани звезди
- ❑ Двойните звезди са фундаментален начин, по който ние
научаваме и разбираме за звездите (и звездните системи):
тяхното формиране, еволюция и край.

“We are made of star stuff. We are a way for the cosmos to know itself.” - Carl Sagan

Благодаря за вниманието!



Image credit & copyright: Wikipedia; Star Wars movies ®