




# Двойни звезди и взаимодействия между тях

Даниела Бонева



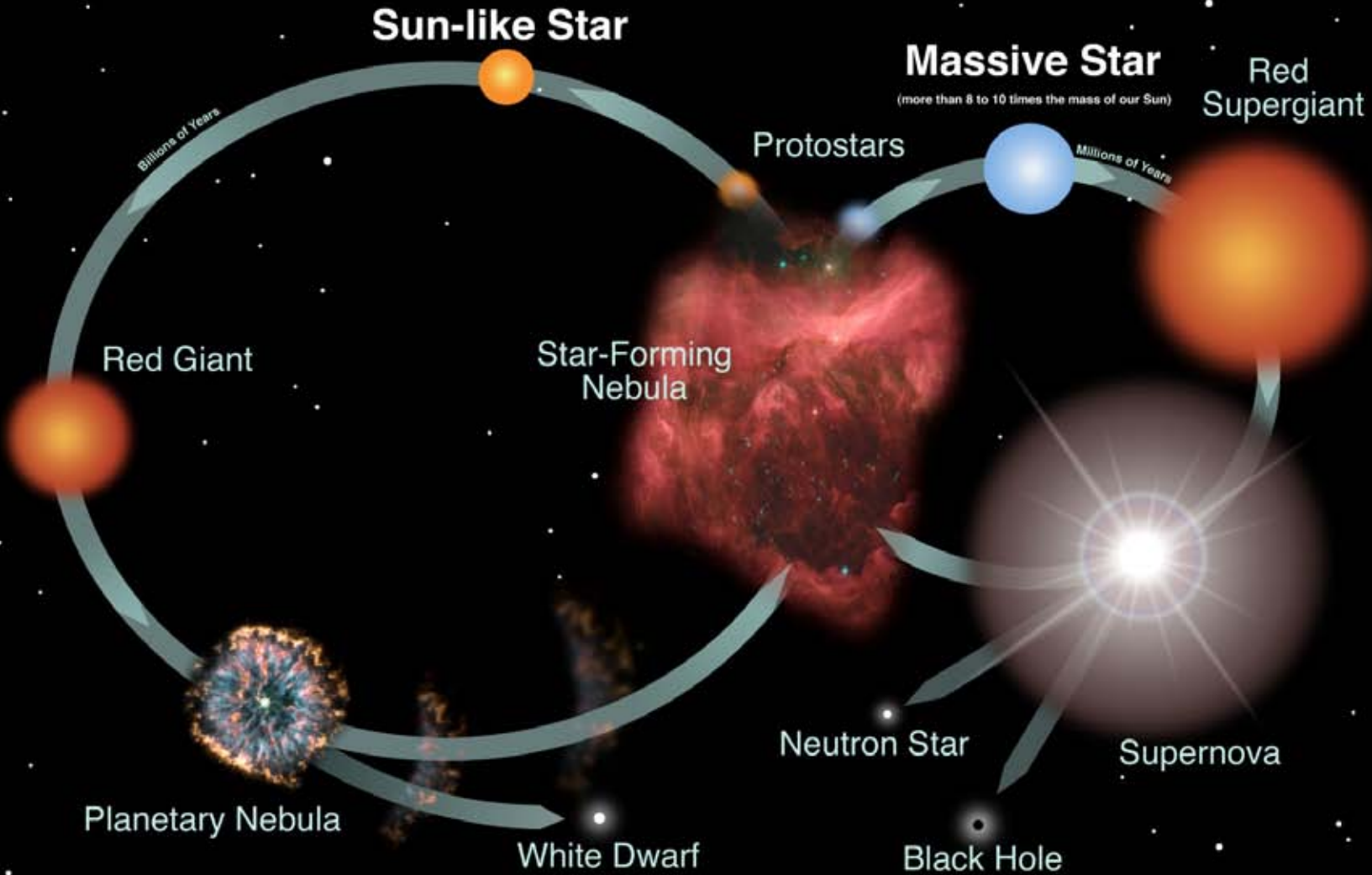
Credit: (Illustration)  
NASA/CXC/M.Weiss



**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 =  $9\,454\,254\,955\,488\text{ km} = 63\,240\text{ AU} = 0,3066\text{ парсека}$

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



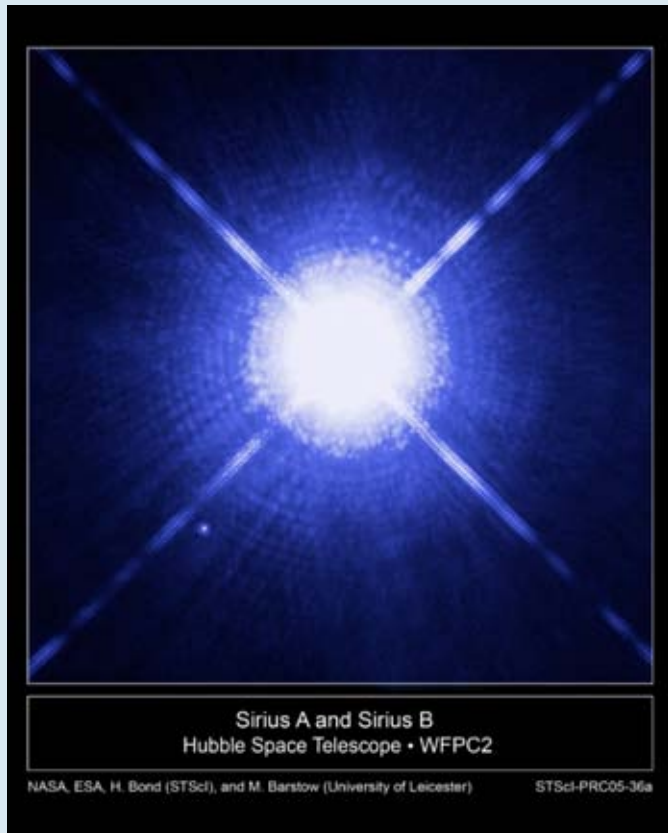
the lives of stars

# 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



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

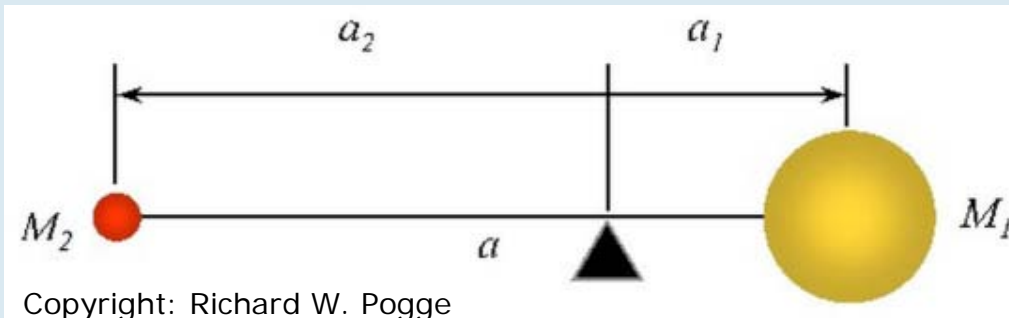


Кастор – алфа Близнаци ( $\alpha$  Gemini)  
– 1678г. Разстояние: 51 св. год.  $\sim 4821.10^{11}$  км

# Понятие и основни характеристики

## 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.



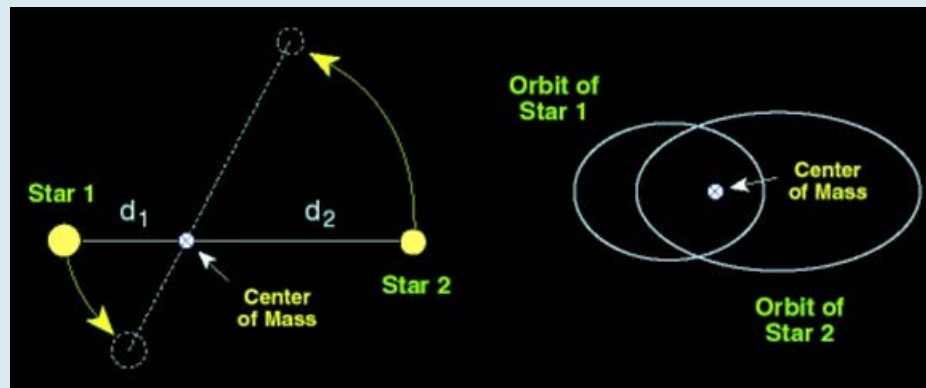
$$r_1 = a \cdot \frac{m_2}{m_1 + m_2} = \frac{a}{1 + m_1/m_2}$$

$$a_1 m_1 = a_2 m_2$$

# Понятие и основни характеристики

## на двойна звезда

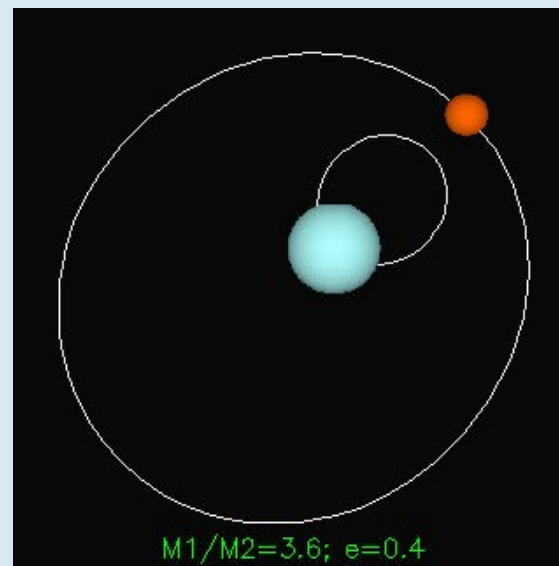
- ❖ Резултат от процеса на формирането на звезди. Не е инцидент!
- ❖ Орбиталният период на двойните звезди може да варира от секунди, до часове и до години.
- ❖ Могат да съдържат звезди от различни типове, размери и маси.
- ❖ Могат да имат кръгови или елиптични орбити.



# 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.

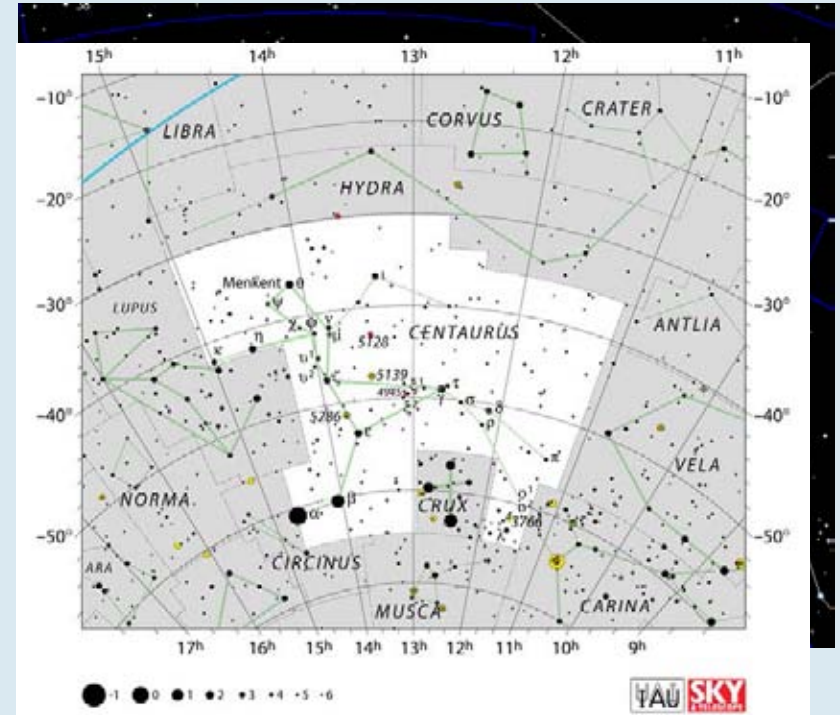




# Типове двойни звезди: Визуално двойни



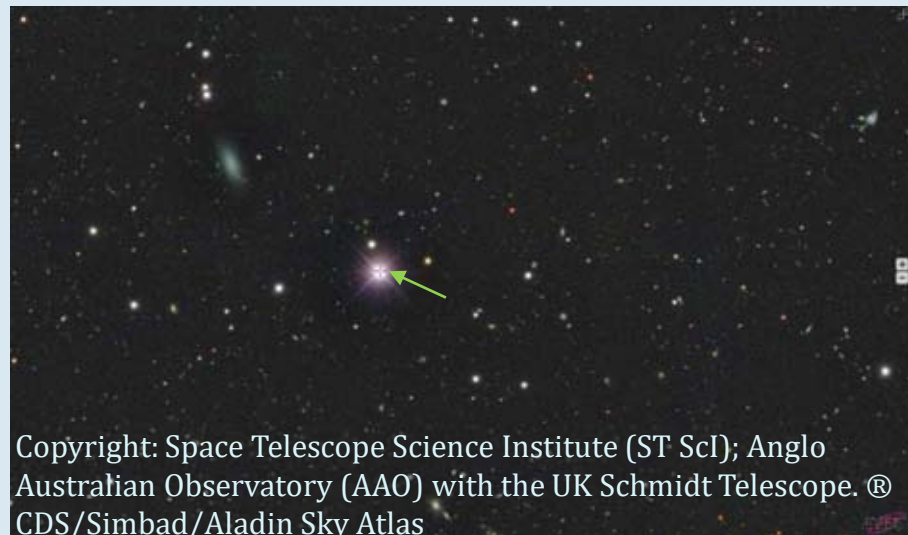
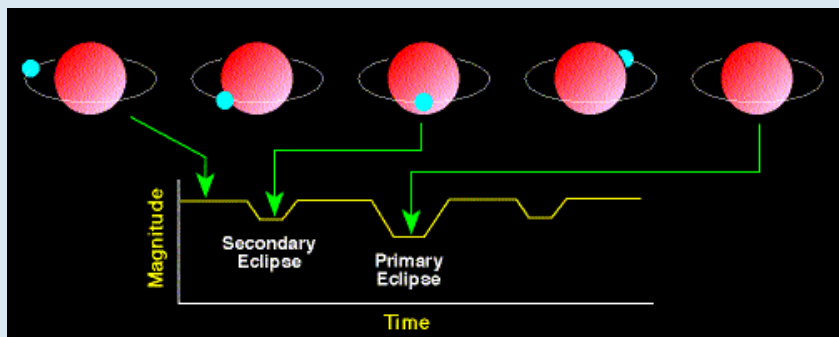
Алфа Кентавър ( $\alpha$  Centaurus).  
Разстояние - 4.37 св. години или 1.34 парсека от Земята ( $\sim 1348 \cdot 10^{11} \text{ km}$ ).



# Типове двойни звезди

## Затъмнително двойни -

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



Copyright: Space Telescope Science Institute (ST ScI); Anglo Australian Observatory (AAO) with the UK Schmidt Telescope. © CDS/Simbad/Aladin Sky Atlas

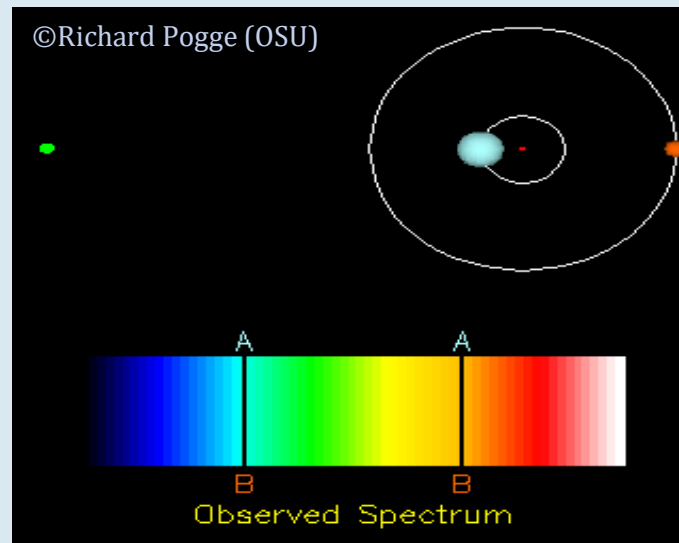
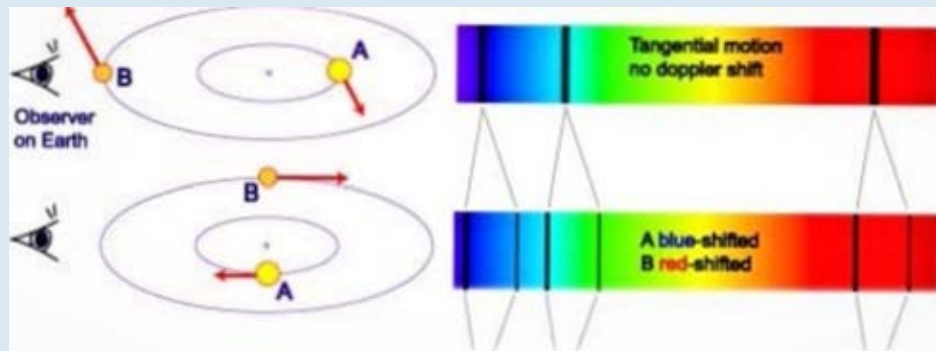
## AN Vir (Дева) -

300.33 св. години от Земята  
или 92.08 парсека, или  
 $\sim 2\,839 \cdot 10^{12}$  km

# Типове двойни звезди

## Спектрално двойни -

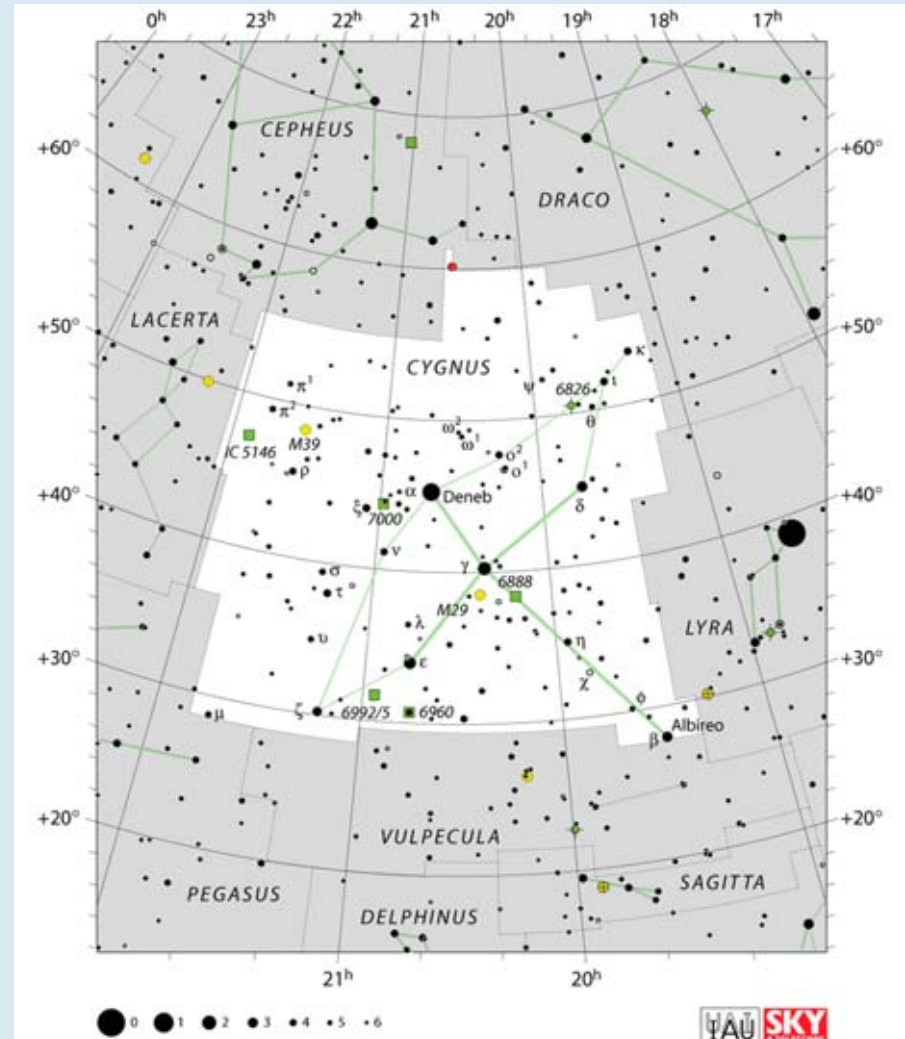
- Много близо една до друга. Виждат се като една, дори през телескоп.
- Могат да бъдат разграничени само чрез спектъра на излъчената светлина и от периодичното Доплерово изместване на линиите в този спектър - от червения към синия диапазон или обратно.



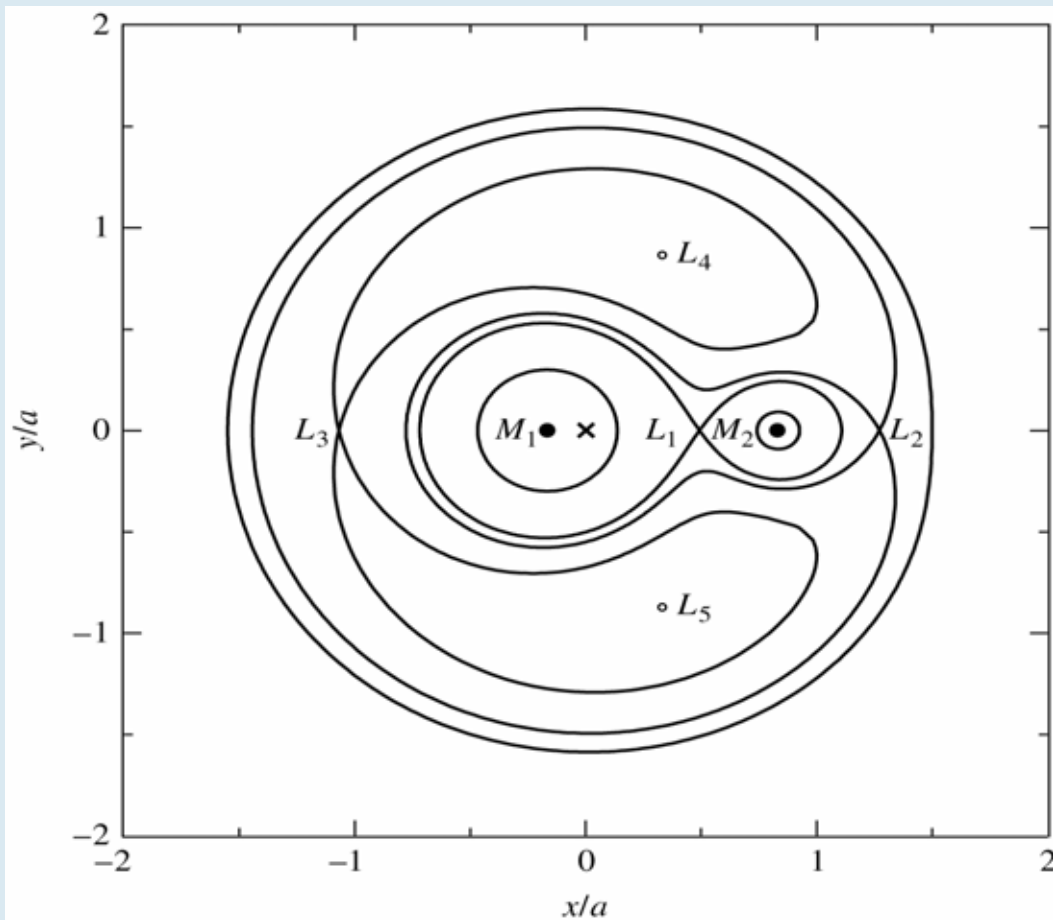
# Типове двойни зvezди : Спектрално двойни



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

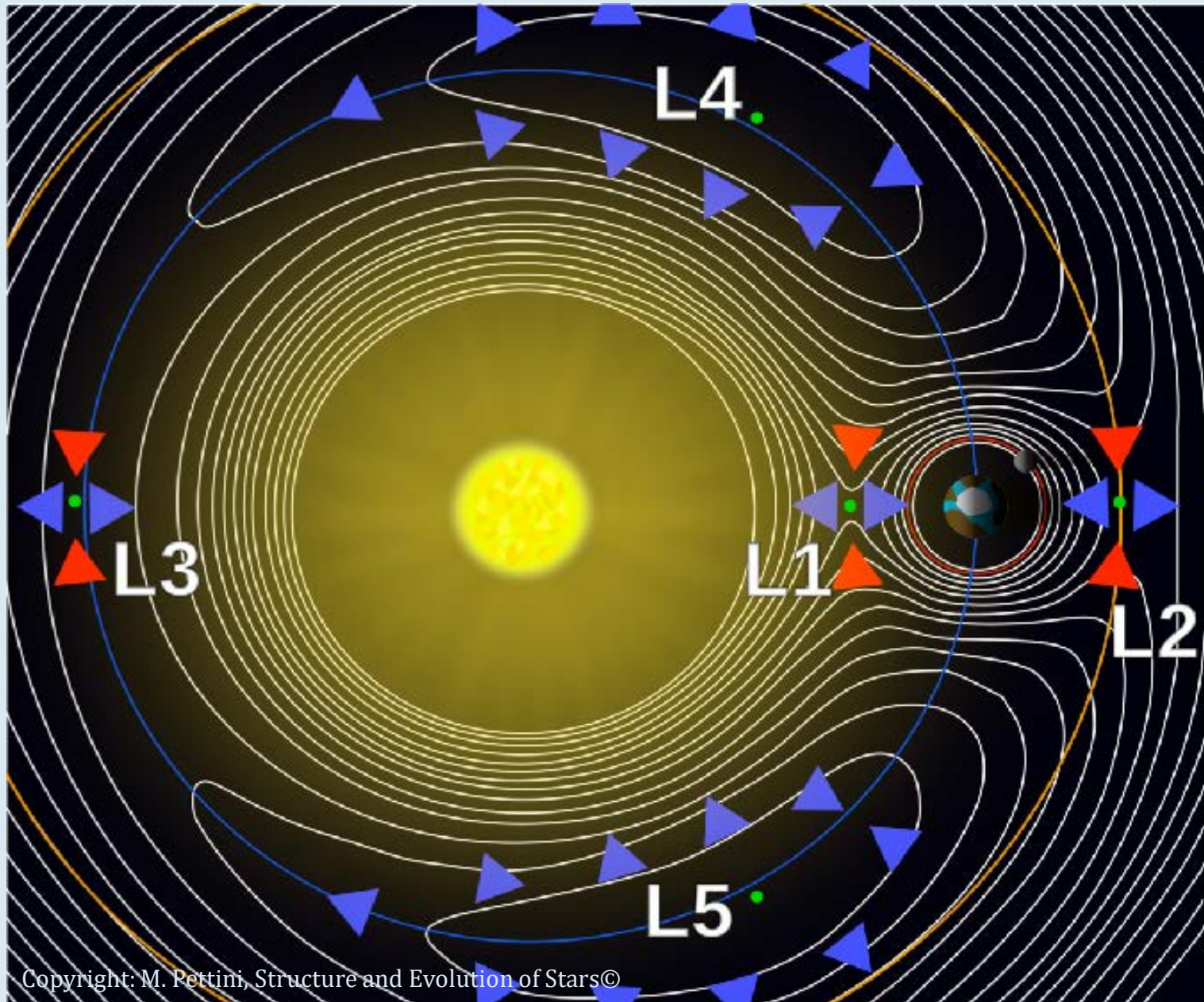


# Схема – геометрия на Рош



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

# Схема – геометрия на Рош



# Класове двойни звезди

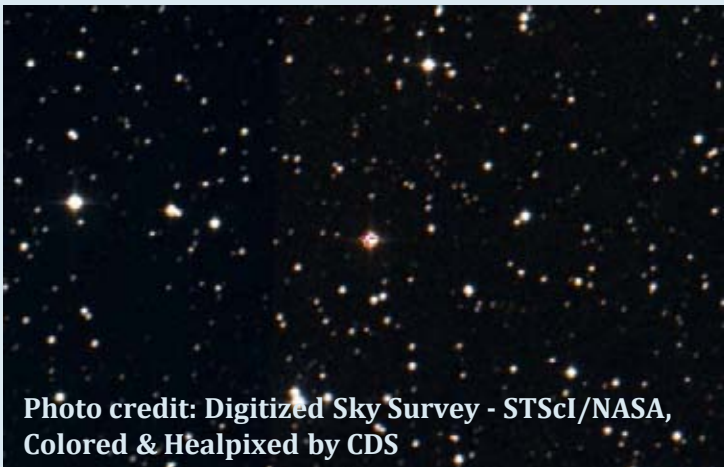
Класификация, спрямо конфигурацията, на основата на разстоянията между звездите и запълването на екипотенциалната повърхнина.

## Разделени двойни:

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



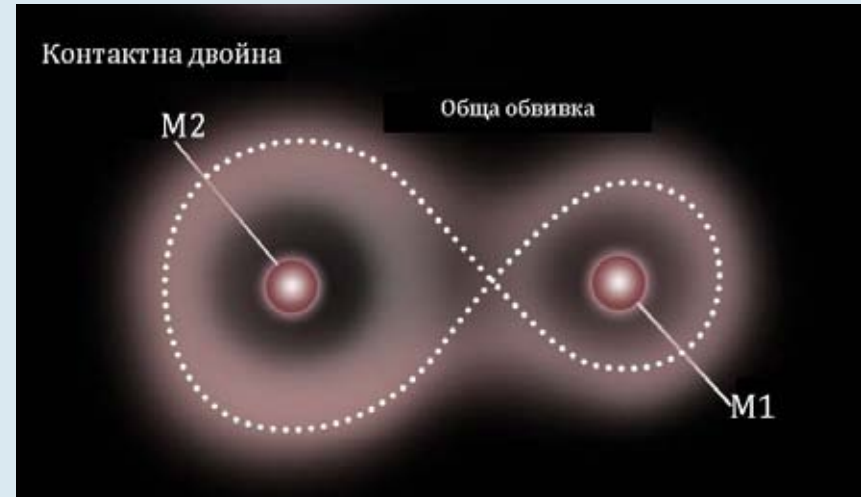
V405 And



# Класове двойни звезди

## Контактни двойни:

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



V523 Cas  
Контактно двойна  
(затъмнително  
двойна)

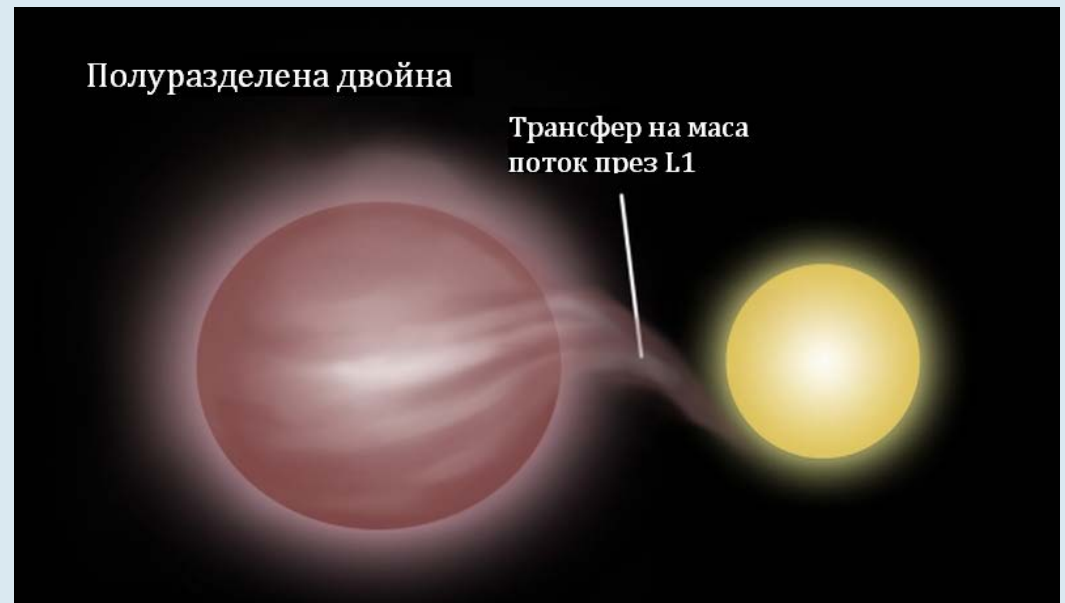


# Класове двойни звезди

## Полуразделени двойни:

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

Разстоянието между звездите е сравнимо с радиуса на компонентите.



# Класове взаимодействия си двойни системи

---

## Катаклизмични променливи

- Съдържат бяло джудже – първична компонента и вторична компонента – звезда запълва нейният обем на Рош;
- Кратък период, неправилни и неперiodични 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.

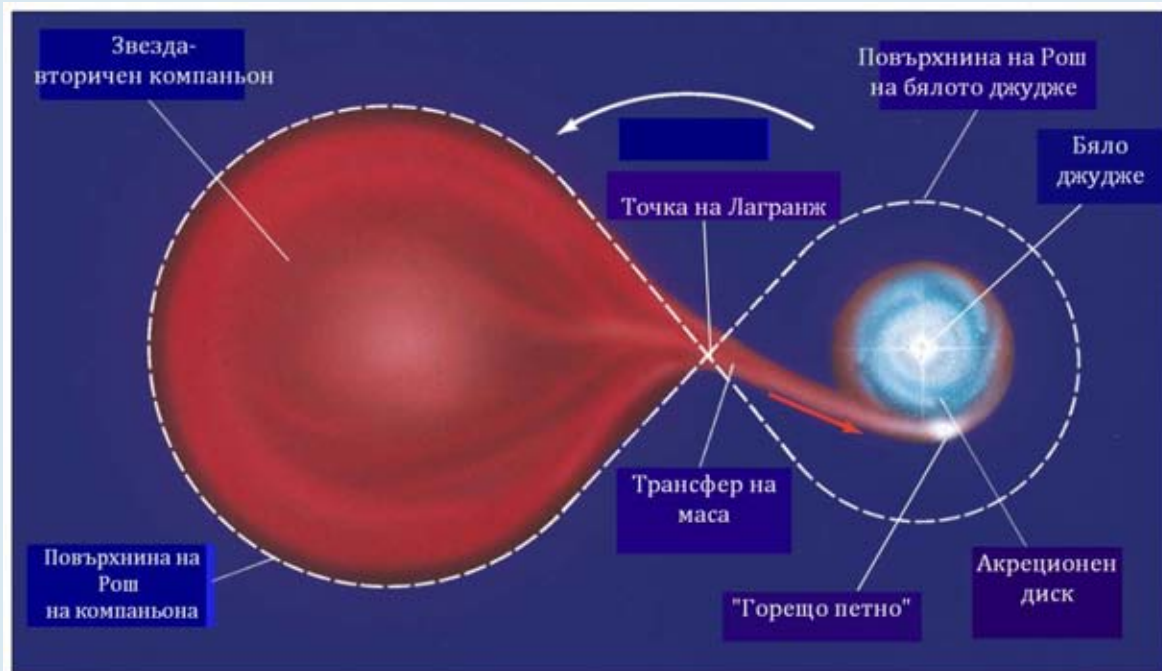
Катаклизмичната променлива  
U Gem (Близнаци)



© SLOAN Digitized Sky Survey - Healpixed by CDS

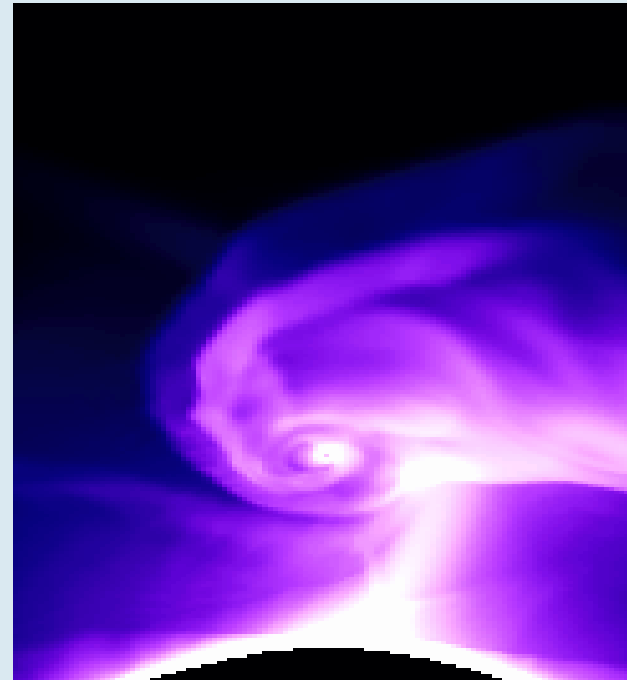
## Трансфер на маса

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



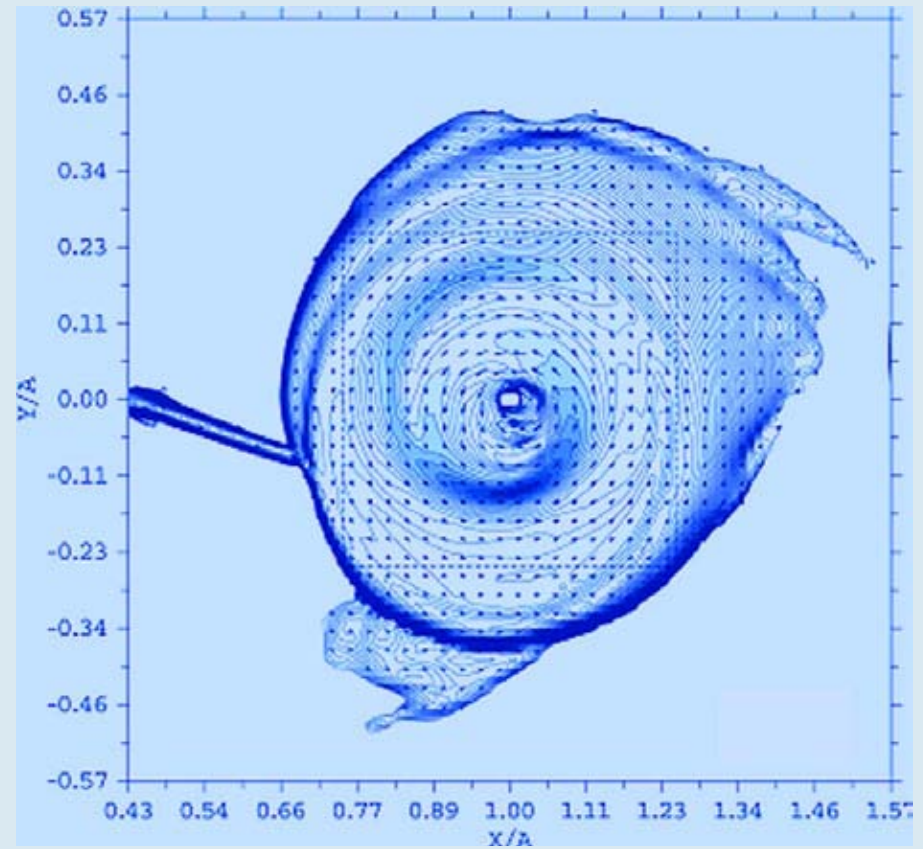
## Звезден вятър

- 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.

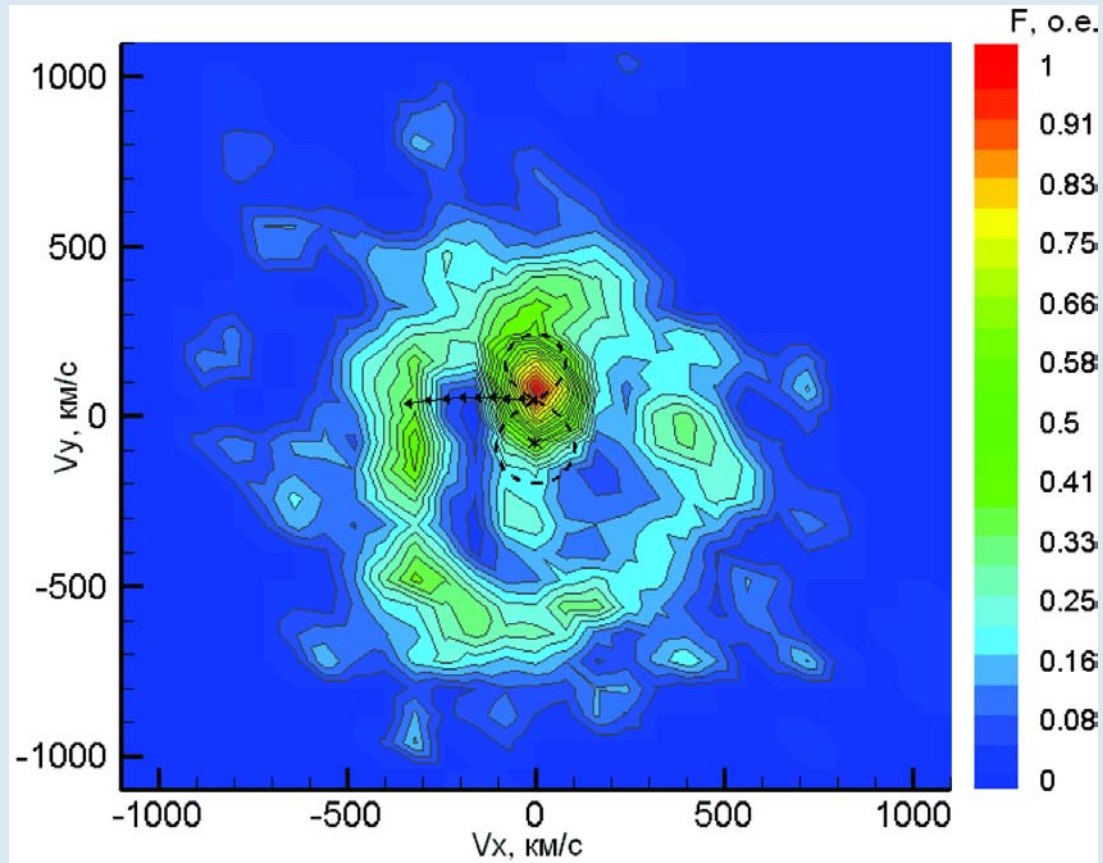


(Friedman & Bisikalo 2008)©

# Трансфер на маса в двойна звездна система с бяло джудже



## Резултати от наши изследвания

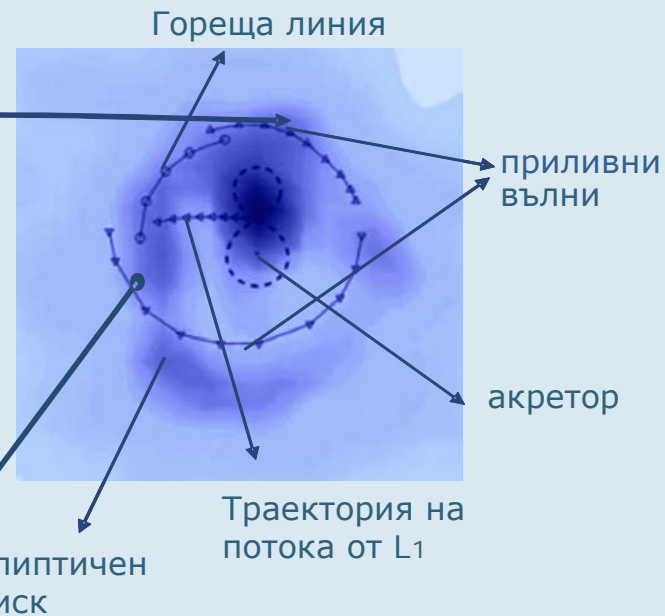
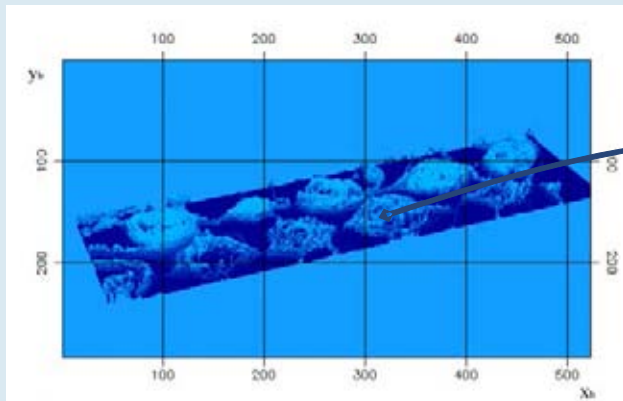


Катаклизмичната променлива SS Cyg (SS Лебед) по време на избухване. Газо-динамични симулации + техника на Доплерова томография. Показва основните елементи на акреционното течение (Boneva et al., ARep, 53, 11, p.1004)=

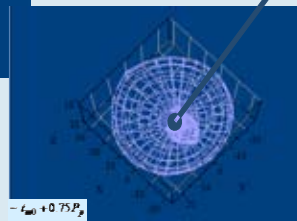
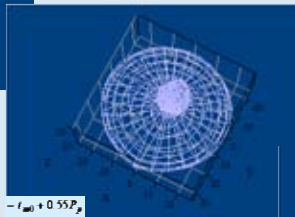
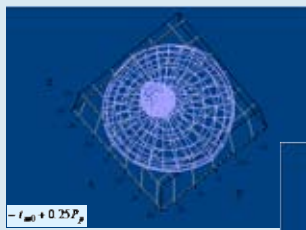


# Резултати от наши изследвания

Структура на акреционното течение. Основни елементи.



Вихро-подобни  
вълнови структури



Плътностни  
зони

(Boneva 2012, 2017)

## Заклучение

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 ®