



ASTROFÍSICA
Para Todos



NÍVEL
LEMAÎTRE

Astrofísica Geral

Tema 13: Estrelas binárias e variáveis

Alexandre Zabot

Índice

Estrelas binárias

Variáveis eclipsantes

Variáveis pulsantes

Binárias em interação

Bibliografia



Índice

Estrelas binárias

Variáveis eclipsantes

Variáveis pulsantes

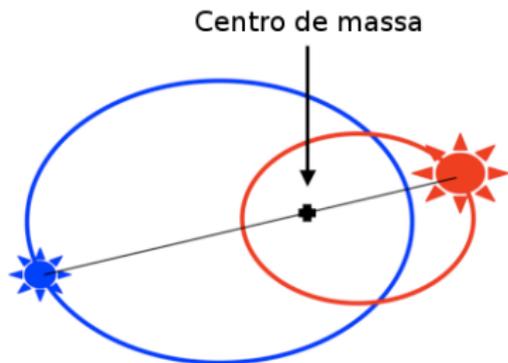
Binárias em interação

Bibliografia



Tipos de binárias

Aproximadamente 50% das estrelas visíveis são binárias ou sistemas múltiplos.



Num sistema binário as estrelas orbitam em torno do centro de massa do sistema.

- ▶ Visuais
 - ▶ As duas são visíveis
- ▶ Astrométricas
 - ▶ Só uma é visível
 - ▶ Visualiza-se o movimento
- ▶ Espectroscópicas
 - ▶ Só uma é visível
 - ▶ Não visualiza-se o movimento
- ▶ Eclipsantes
 - ▶ Uma passa na frente da outra



Sistemas múltiplos

- ▶ São conhecidos sistemas de até 7 estrelas!
- ▶ Há várias distribuições possíveis



Estrelas binárias de Tatooine, no filme Stars Wars.

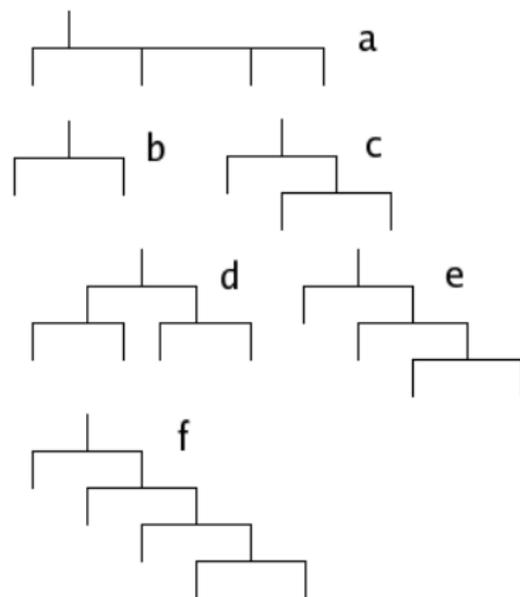


Diagrama de Móbile mostrando esquemas de sistemas múltiplos.



Sistemas múltiplos



Ilustração de HD 98800, um sistema quádruplo composto por 4 estrelas T tauri (estrelas jovens). Há um disco de poeira indicando um sistema planetário em formação. É possível que haja exoplanetas já formados no sistema.



Índice

Estrelas binárias

Variáveis eclipsantes

Variáveis pulsantes

Binárias em interação

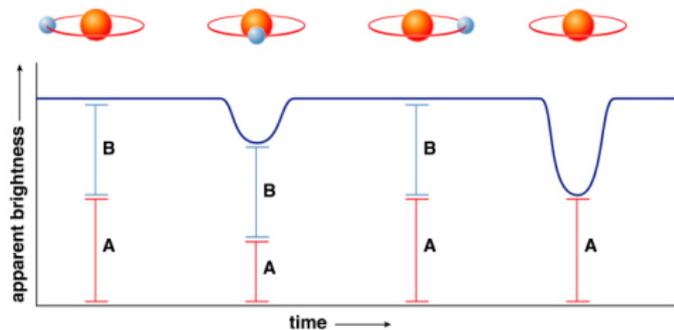
Bibliografia



Eclipses

Um verdadeiro laboratório!

- ▶ Massas
- ▶ Raios
- ▶ Velocidades
- ▶ Temperaturas

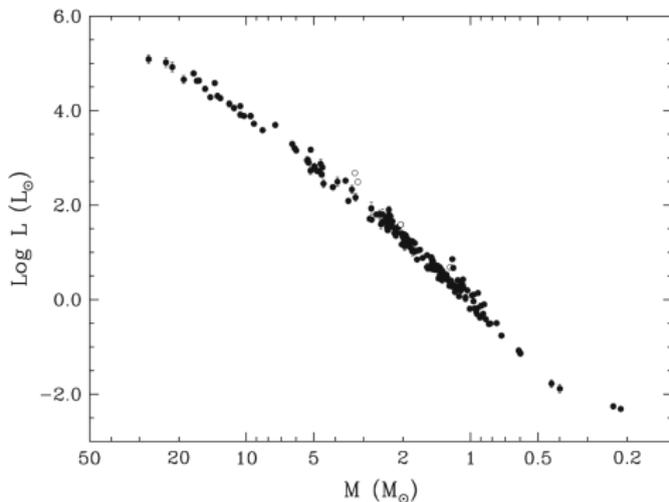


As curvas de luz de um sistema binário eclipsante podem revelar muitos parâmetros importantes do sistema.



Massas das estrelas

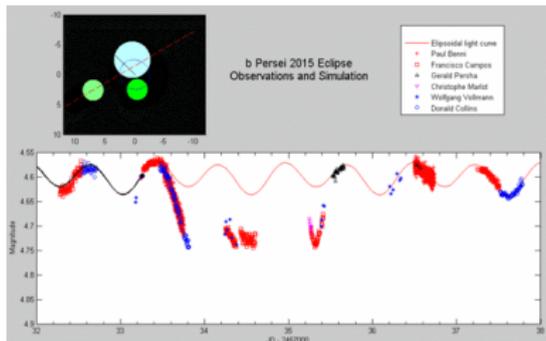
- ▶ Determinação precisa de massa
 - ▶ Órbitas e Leis de Kepler
 - ▶ Distância por paralaxe
- ▶ Relação fundamental:
Massa-Luminosidade



Relação Massa-Luminosidade de Torres et al 2010, obtida com dados de 95 binárias.



Eclipses



Eclipse de um sistema triplo.

https://inside.warren-wilson.edu/~dcollins/bPersei/bPersei2015Eclipse/b_Persei2015eclipse.html



Índice

Estrelas binárias

Variáveis eclipsantes

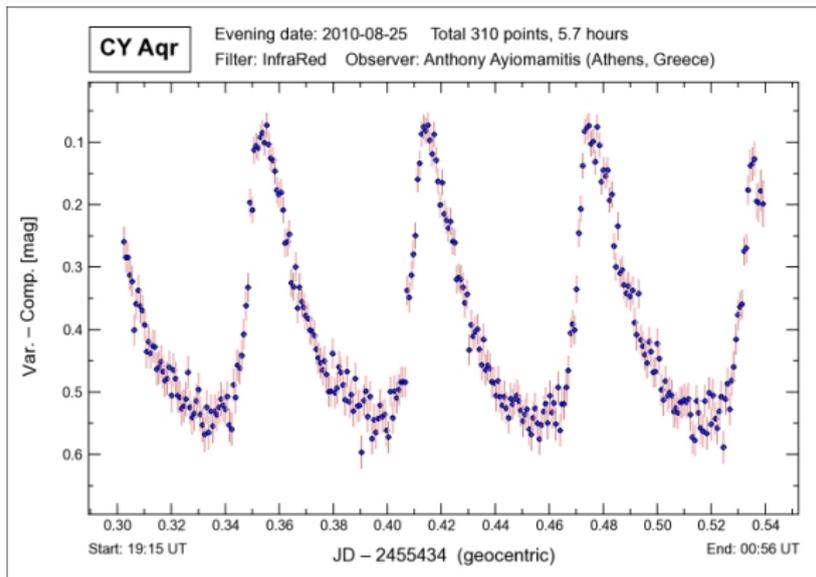
Variáveis pulsantes

Binárias em interação

Bibliografia



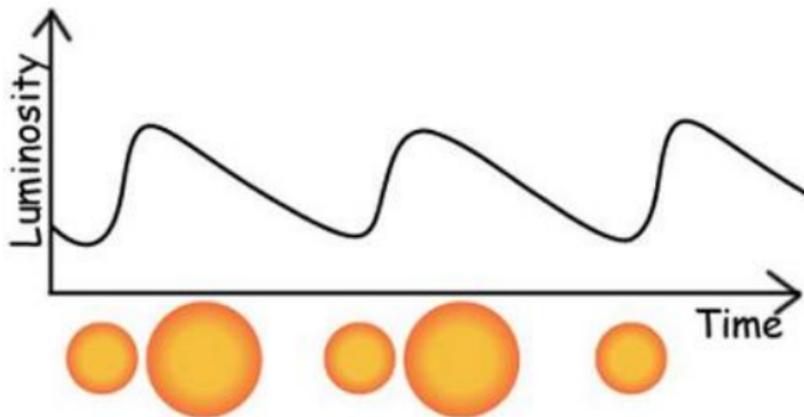
Estrelas pulsantes



Nem toda estrela cuja luz varia é uma binária. CY Aquarius é uma pulsante.



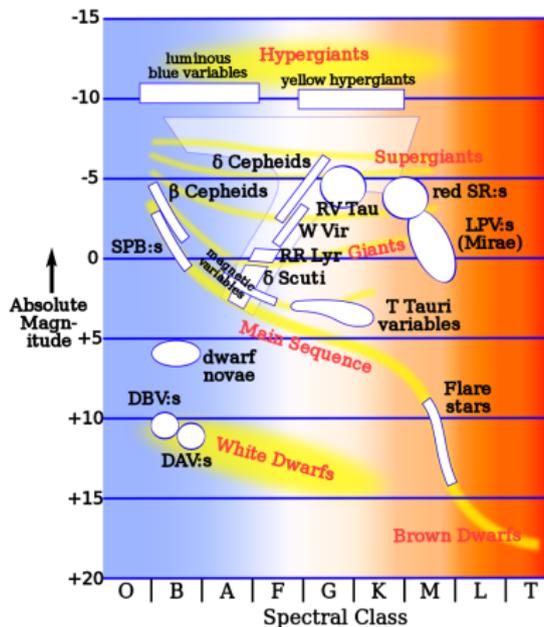
Estrelas pulsantes



Mecanismo típico pulsação e sua alteração na curva de luz.
Tanto a Temperatura quanto o Tamanho da estrela variam.



Estrelas pulsantes



A causa típica da pulsação é uma instabilidade na estrela, e isso pode acontecer por várias razões. Estão identificadas várias destas situações neste diagrama HR. São “regiões” conhecidas geralmente como “faixas de instabilidade”.



Variáveis cefeidas

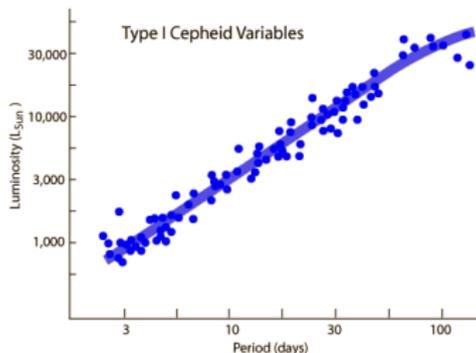
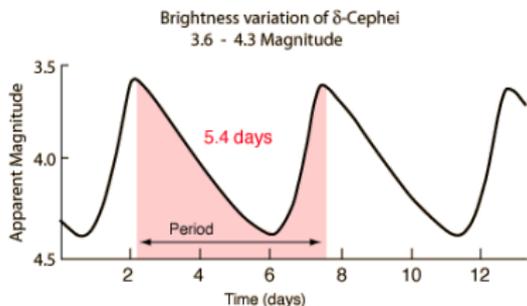
- ▶ Relação período-luminosidade em 1908
- ▶ Mecanismo κ em 1917 por Eddington
- ▶ Shapley 1915: forma da Via-láctea
- ▶ Hubble 1924: Andrômeda é outra galáxia
- ▶ Hubble 1929: Expansão do universo



Henrietta Leavitt era uma das mulheres que trabalhavam no Observatório de Harvard. Descobriu a relação Período-luminosidade em 1908.



Relação Período-luminosidade



A curva de luz de uma Cefeida fornece seu período.

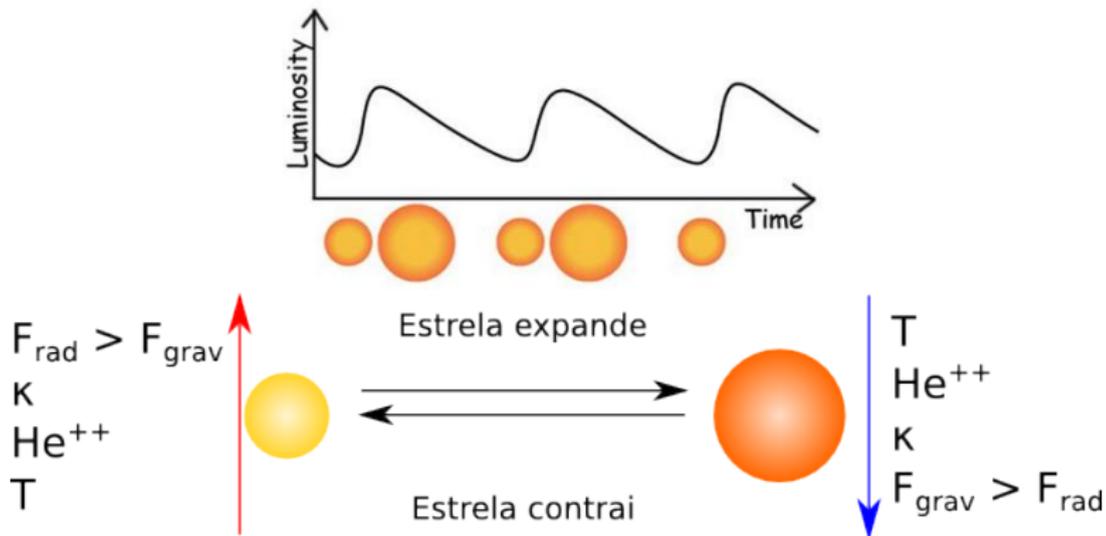
Com o período e a relação Período-luminosidade sabe-se a Luminosidade. Comparando com a magnitude obtém-se a distância.

$$M_V^{\text{Cefeidas}} = -2.43 \log P_{\text{dias}} - 1.62$$

$$m - M = 5 \log r - 5$$



Mecanismo κ



Mecanismo κ , segundo proposto por Eddington em 1917.
Eddington não sabia o que causava o aumento da opacidade.

Sergei Zhevakin identificou o He^{++} como causador desse aumento em 1953.



Exercício 13.1

Em um certo aglomerado de estrelas observa-se uma Cefeida cujo período de variação é de 20 dias, e cuja magnitude aparente média é $m = 20$.

Determine a distância à estrela.

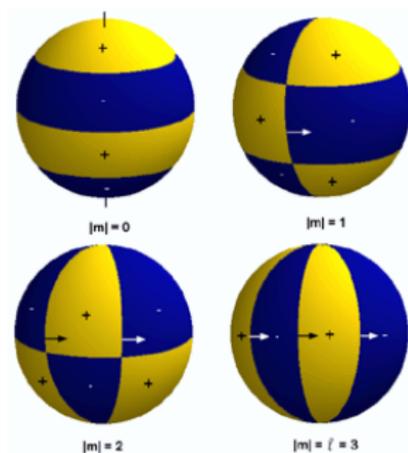
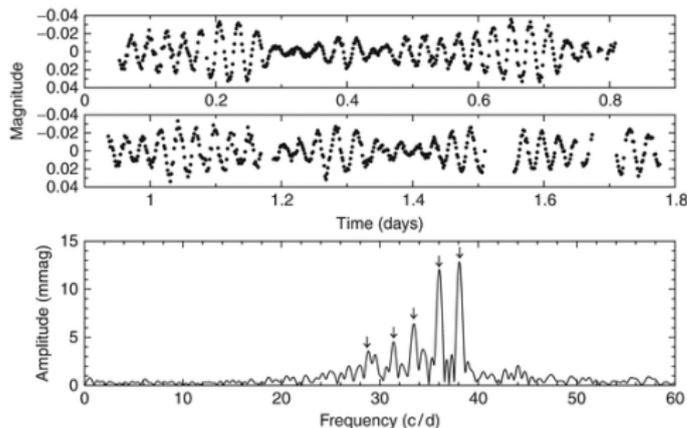


Exercício sobre Cefeidas

- ▶ $P = 20$ dias
- ▶ $\rightarrow M_V = -2.43 * \log(20) - 1.62 = -4.78$
- ▶ $20 - 4.78 = 5 \log r - 5$
- ▶ $\rightarrow r = 10^{(20+4.78+5)/5}$
- ▶ $\therefore r = 0.904$ Mpc



Astrosismologia



A asterosismologia converte pequenas variações de luminosidade em modos de pulsação da estrela, que ajudam a investigar sua estrutura interna.



Índice

Estrelas binárias

Variáveis eclipsantes

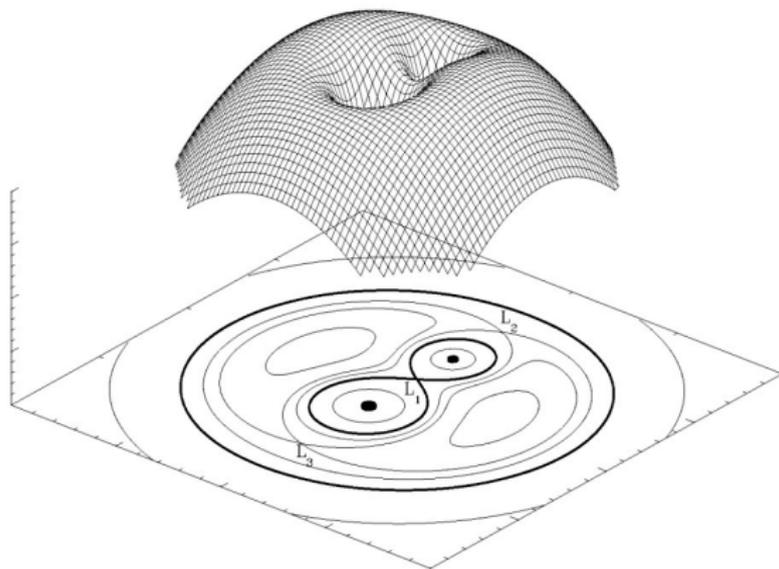
Variáveis pulsantes

Binárias em interação

Bibliografia



Lobo de Roche

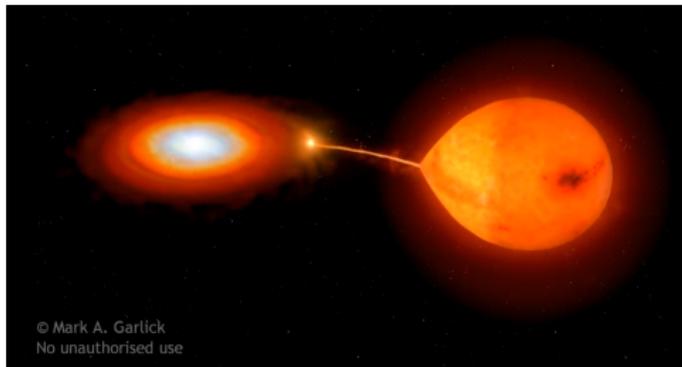


O lobo de Roche define os locais no espaço onde domina a atração gravitacional de cada estrela, levando em consideração a rotação do sistema.



Variáveis cataclísmicas

- ▶ Eclipses
- ▶ Manchas
- ▶ Deformação
- ▶ Explosão de nova
- ▶ Explosão de supernova
- ▶ Disco e Bright Spot

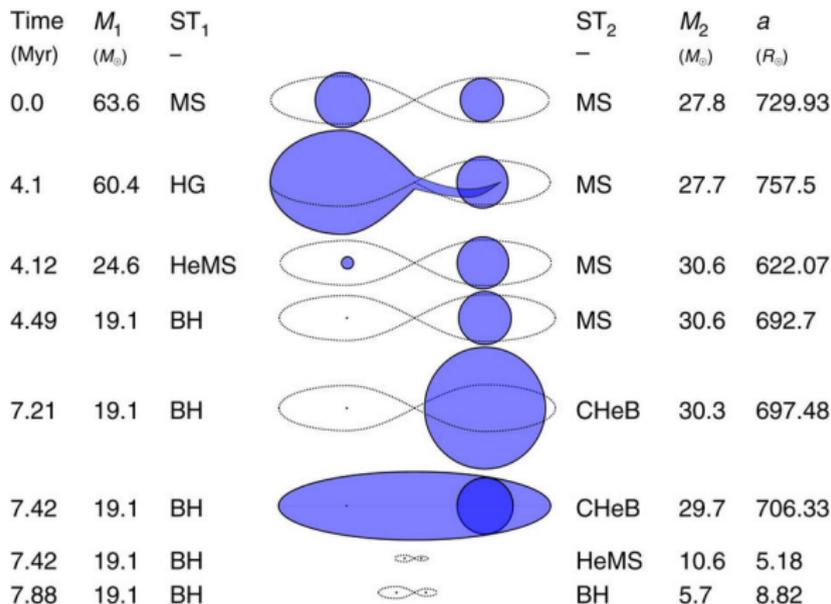


Variáveis cataclísmicas apresentam os principais tipos de variabilidade.

<https://www.youtube.com/watch?v=774B8-9B4Ow>



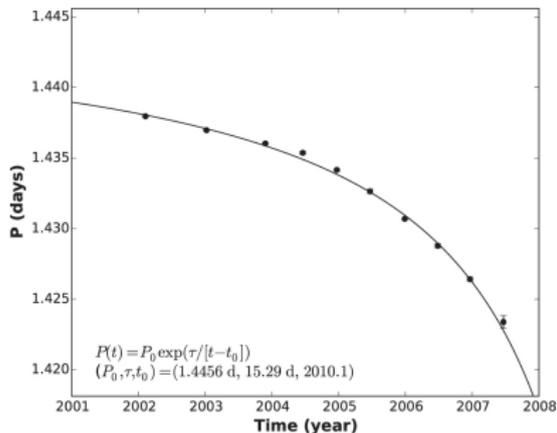
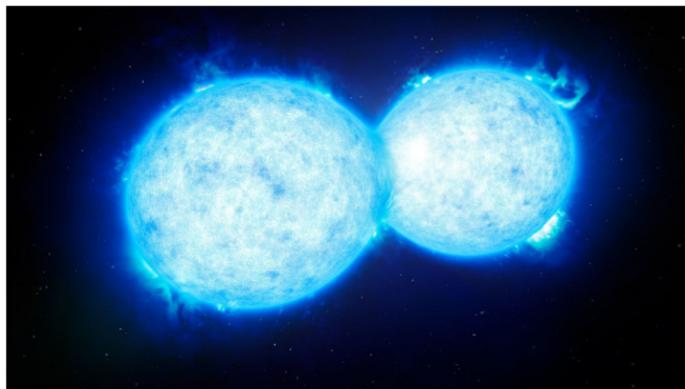
Evolução de estrelas binárias



Belczynski et al (Nature, 2016), propuseram um modelo para a evolução de um sistema binário progenitor da detecção da fusão de buracos negros GW150914 detectada pelo LIGO.



KIC 9832227



Molnar et al (ApJ 2017), preveem que o sistema binário KIC 9832227 irá se fundir em uma explosão de Nova Anã Vermelha (uma explosão intermediária entre as Nova Anãs e as Supernovas). As estrelas têm massas de 1.4 e 0.3 M_{\odot} , e ambas têm temperatura superficial próxima de 6 mil K. A fusão deve acontecer em 2022.2 ± 0.7 .



Índice

Estrelas binárias

Variáveis eclipsantes

Variáveis pulsantes

Binárias em interação

Bibliografia



Fontes para estudo

- ▶ Fascínio do Universo, capítulo 4
- ▶ Curso de Astronomia do Prof. Steiner, aulas 28 a 30.
- ▶ Várias seções em <http://astro.if.ufrgs.br/>



REALIZAÇÃO

