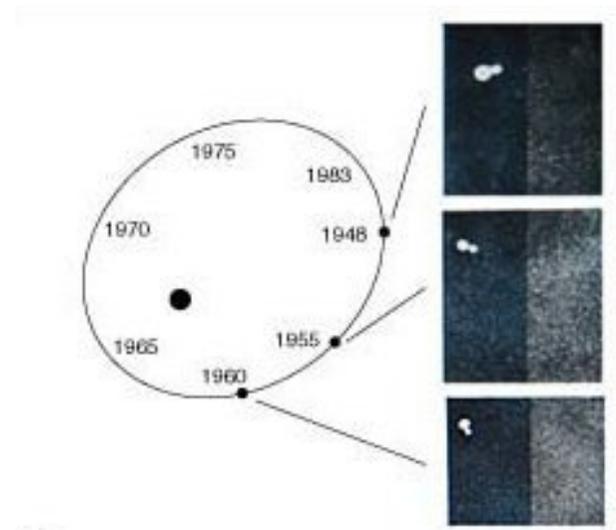
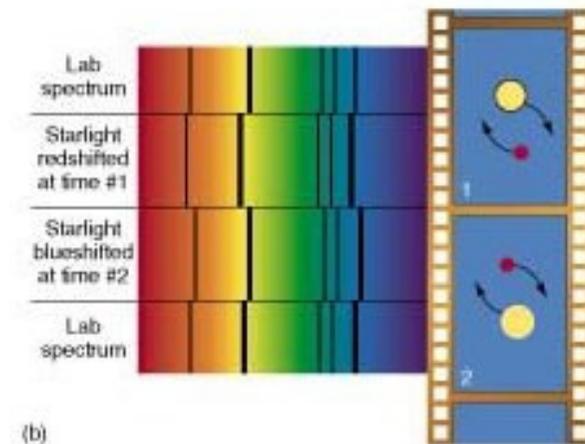


Tipos de estrellas binarias

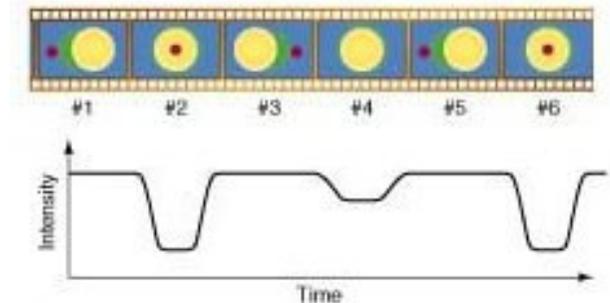
- Por su modo de detección:
 - Binarias visuales
 - Binarias espectroscópicas
 - Binarias eclipsantes
- Por su separación:
 - Lejanas
 - Cercanas:
 - Sin transferencia de masa
 - Con transferencia de masa: **afectan su evolución mutua**
 - Binarias con objetos compactos:
 - » Binarias de baja masa
 - » Binarias de alta masa



(a)



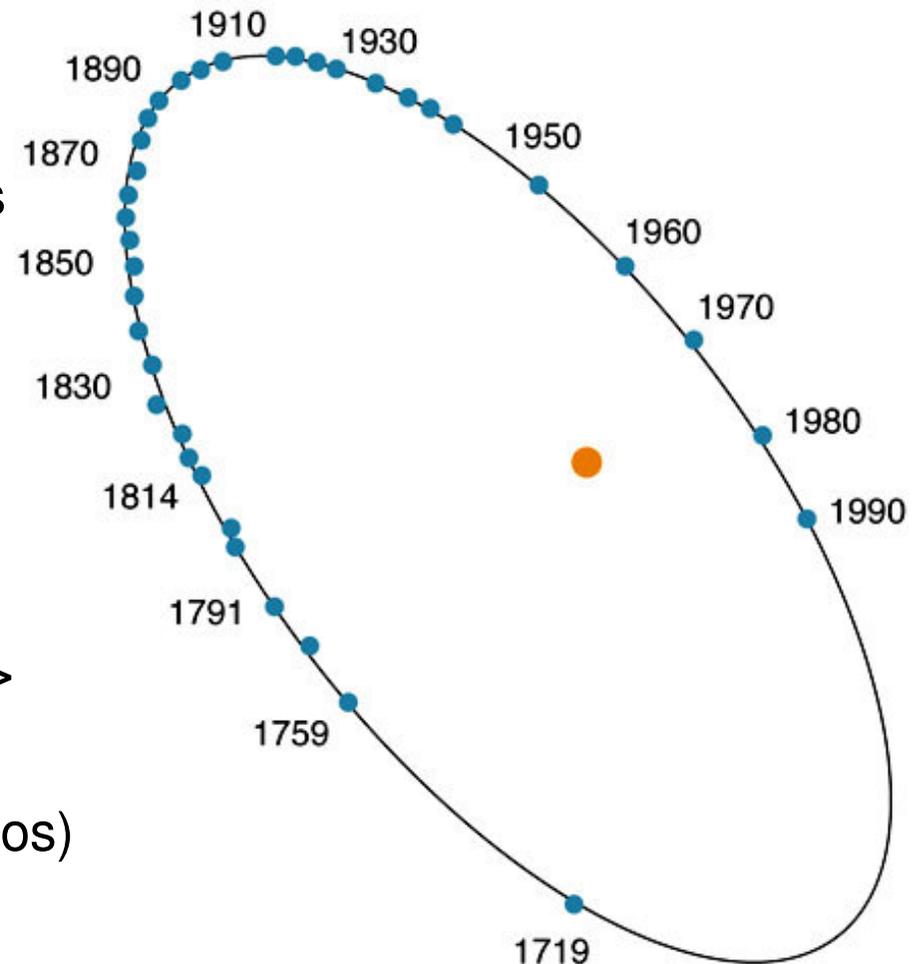
(b)



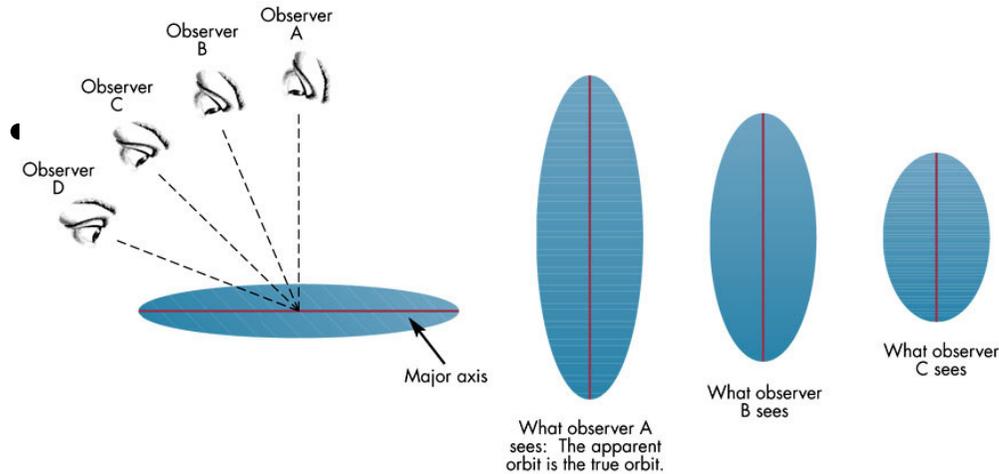
(c)

Binarias visuales

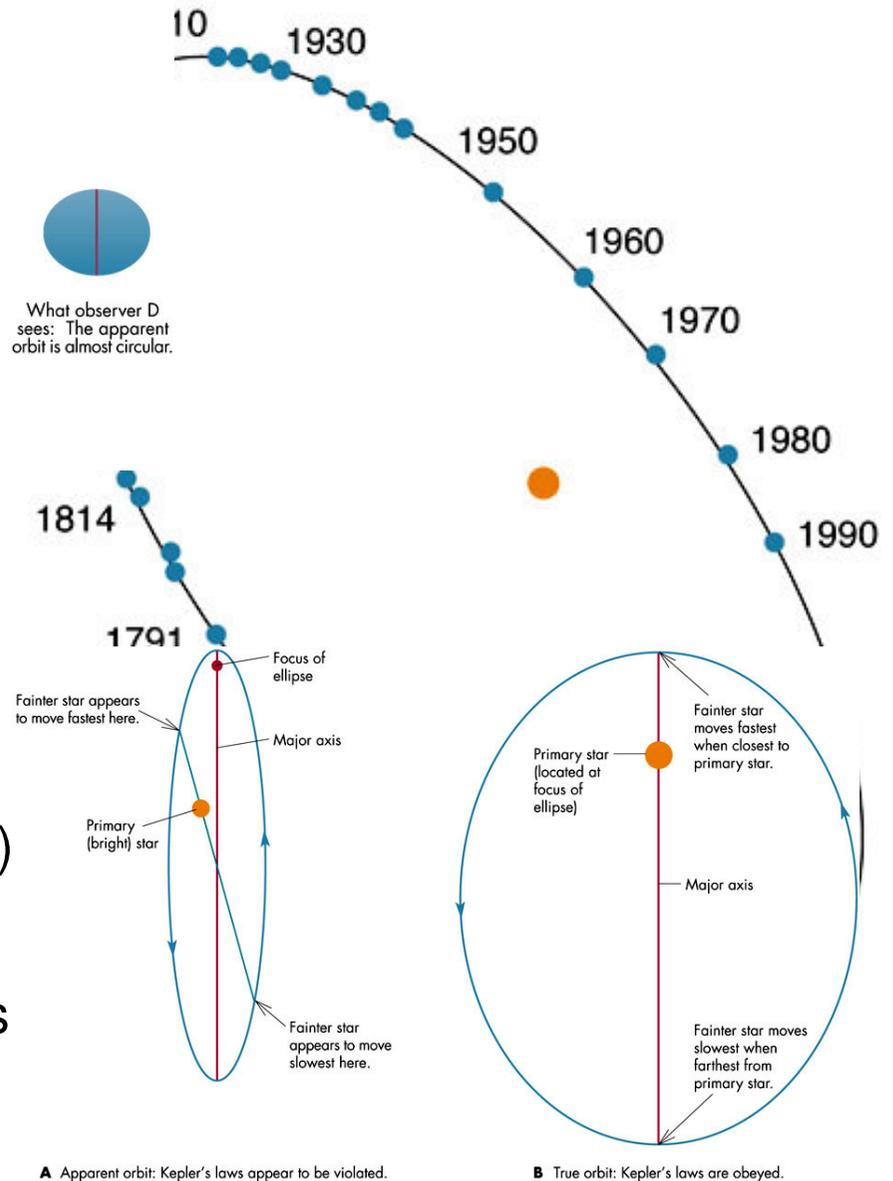
- W. Herschel (1780-1801):
 - Se pensaba binarias accidentales
 - Buscaba paralajes
 - Notó que en 20 años orientación cambió: **binarias visuales**
- Orientación cambia apariencia órbita
- Para detectarlas: separación >> distancia <<
 - $P \sim 10s-100s$ años (α Gem ~ 467 años)
- 3ª ley Kepler: $M_1 + M_2 = D^3 / P^2$
 - Mayor parte M^* de binarias visuales



Binarias visuales

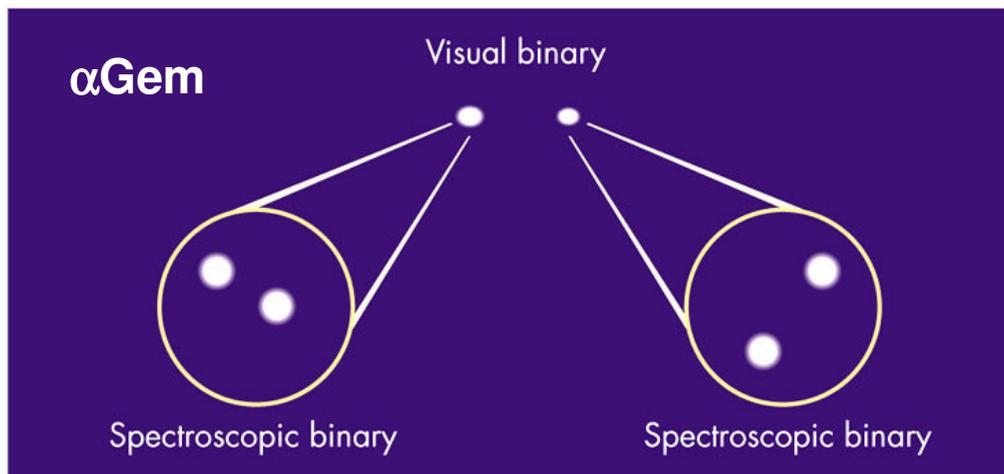
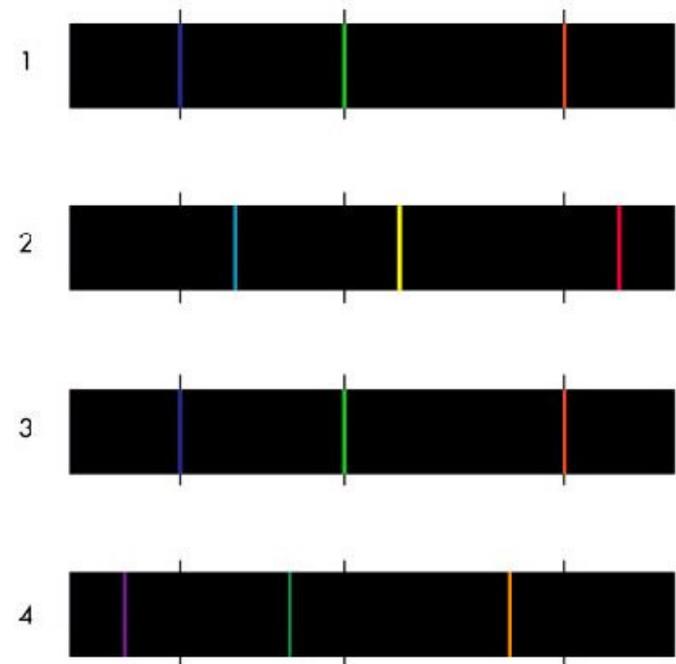
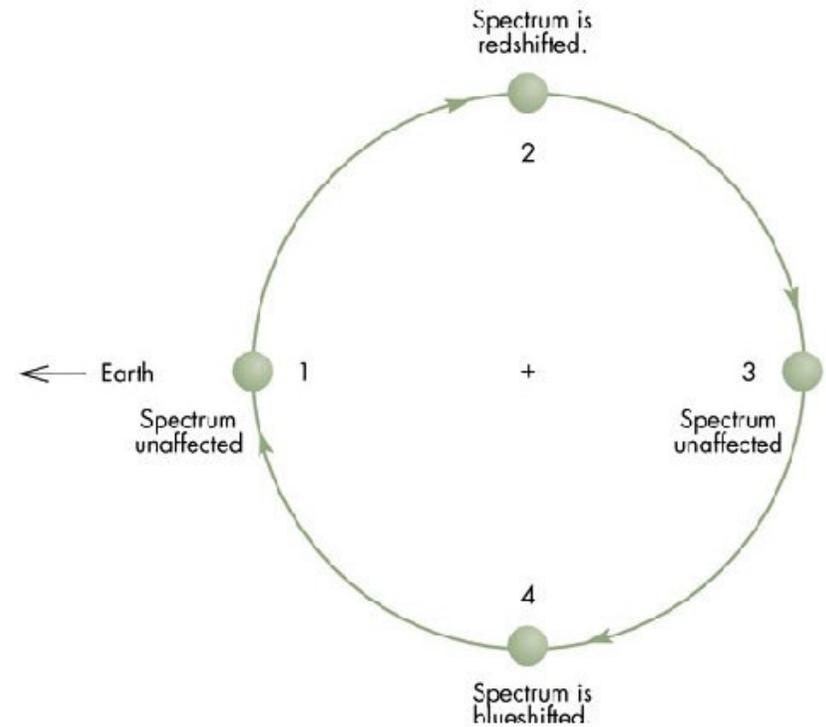


- Orientación cambia apariencia órbita
- Para detectarlas: separación >> distancia <<
 - $P \sim 10s-100s$ años (α Gem ~ 467 años)
- 3ª ley Kepler: $M_1 + M_2 = D^3 / P^2$
 - Mayor parte M^* de binarias visuales



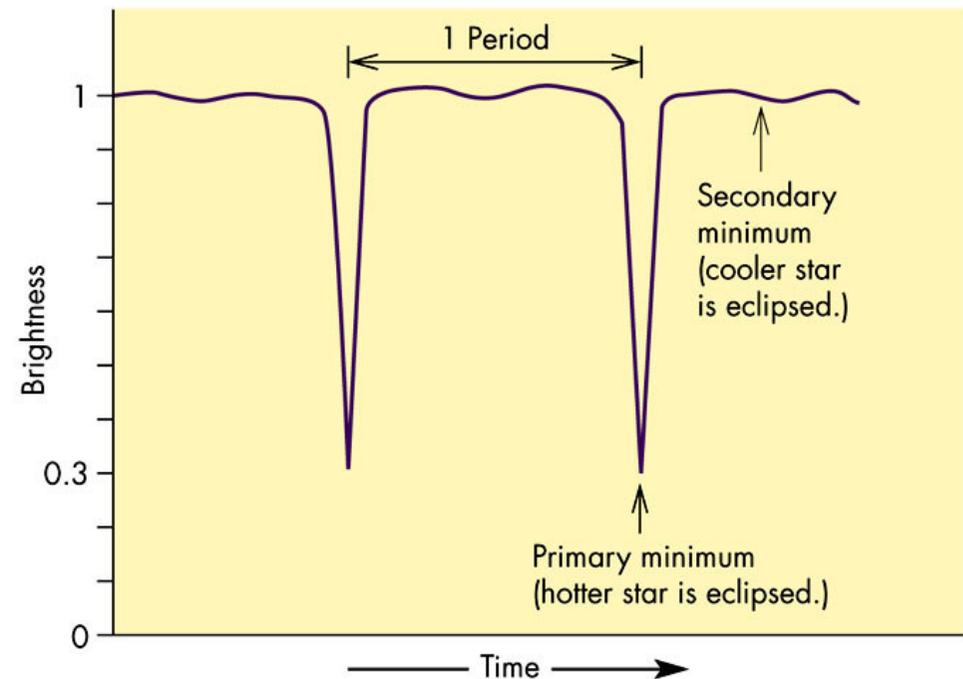
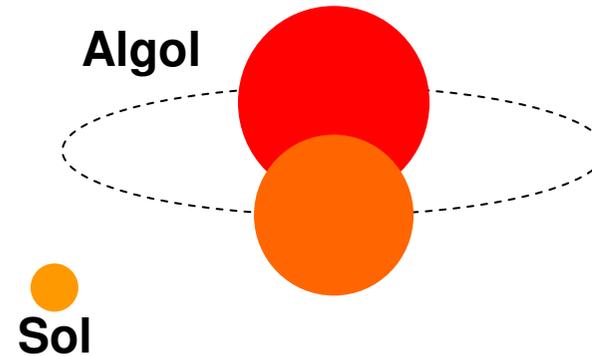
Binarias espectroscópicas

- Binarias descubiertas por corrimiento Doppler líneas espectrales
- Binarias visuales pueden ser espectroscópicas: pero $v \ll c$
- Mayor parte $d \ll r$:
 - $v \gg c$: mayor corrimiento Doppler



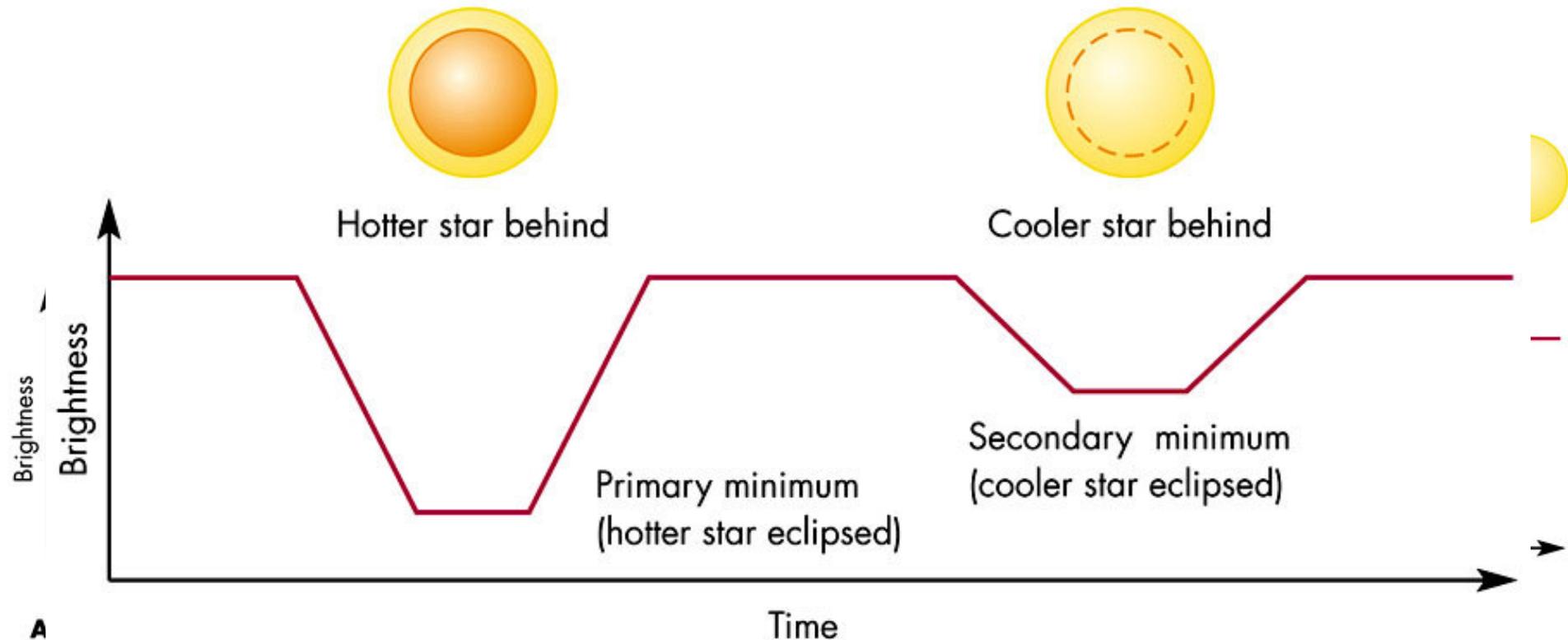
Binarias eclipsantes

- Algol (Al Ra's al Ghul: cabeza del demonio) β Persei:
 - G. Montanari (1667): $L \times 1/3$
 - J. Goodricke (1783):
 - $P \sim 2^d 20^h 49^m$
 - Más débil durante $\sim 8h$
 - Propuso eclipse compañera
 - Ignorado hasta finales s. XIX
- Binarias eclipsantes: detectadas por ocultaciones
 - Se conocen 1000s
 - $P \sim \text{días}$
 - $d \leq 1 \text{UA}$



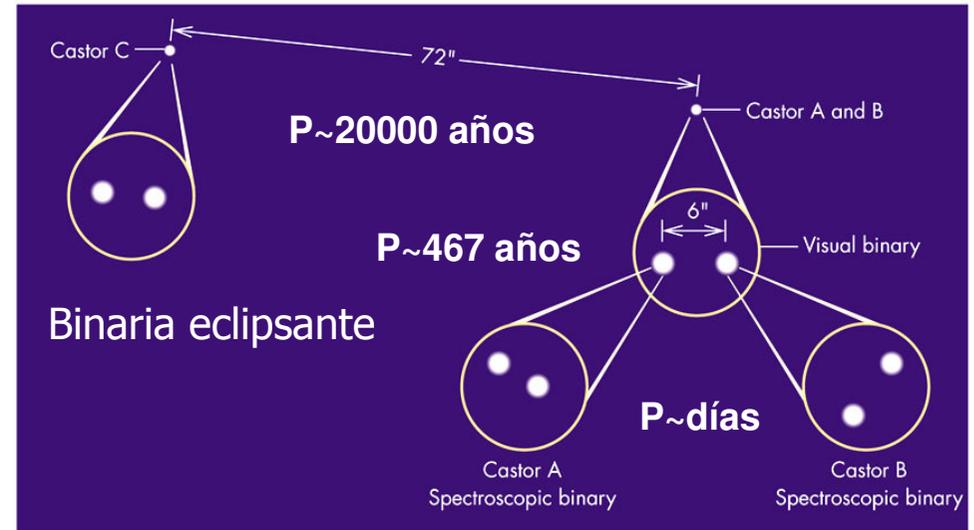
Binarias eclipsantes

- Forma curva de luz→
 - Tamaño relativo: duración y forma de los mínimos
 - Temperatura relativa: % decaimiento luminosidad
 - Forma, manchas brillantes/oscuras, discos...
- Si también espectroscópicas: medida M



Sistemas estelares múltiples

- Cástor (α Gem)
- α Centauri:
 - Binaria visual: $P \sim 80$ años
 - A 2^o (12 000UA):
 - Proxima Centauri (más próxima)
 - Dos cercanas y otra muy lejana común en triples
- Cuádruples: normalmente dos pares cercanos muy separados entre sí
- De cada 100 sistemas (~ 200 estrellas):
 - 30 simples
 - 47 binarias
 - 23 múltiples (mayormente triples)
- $\sim 85\%$ en binarias o múltiples: quizá más (difícil detección)

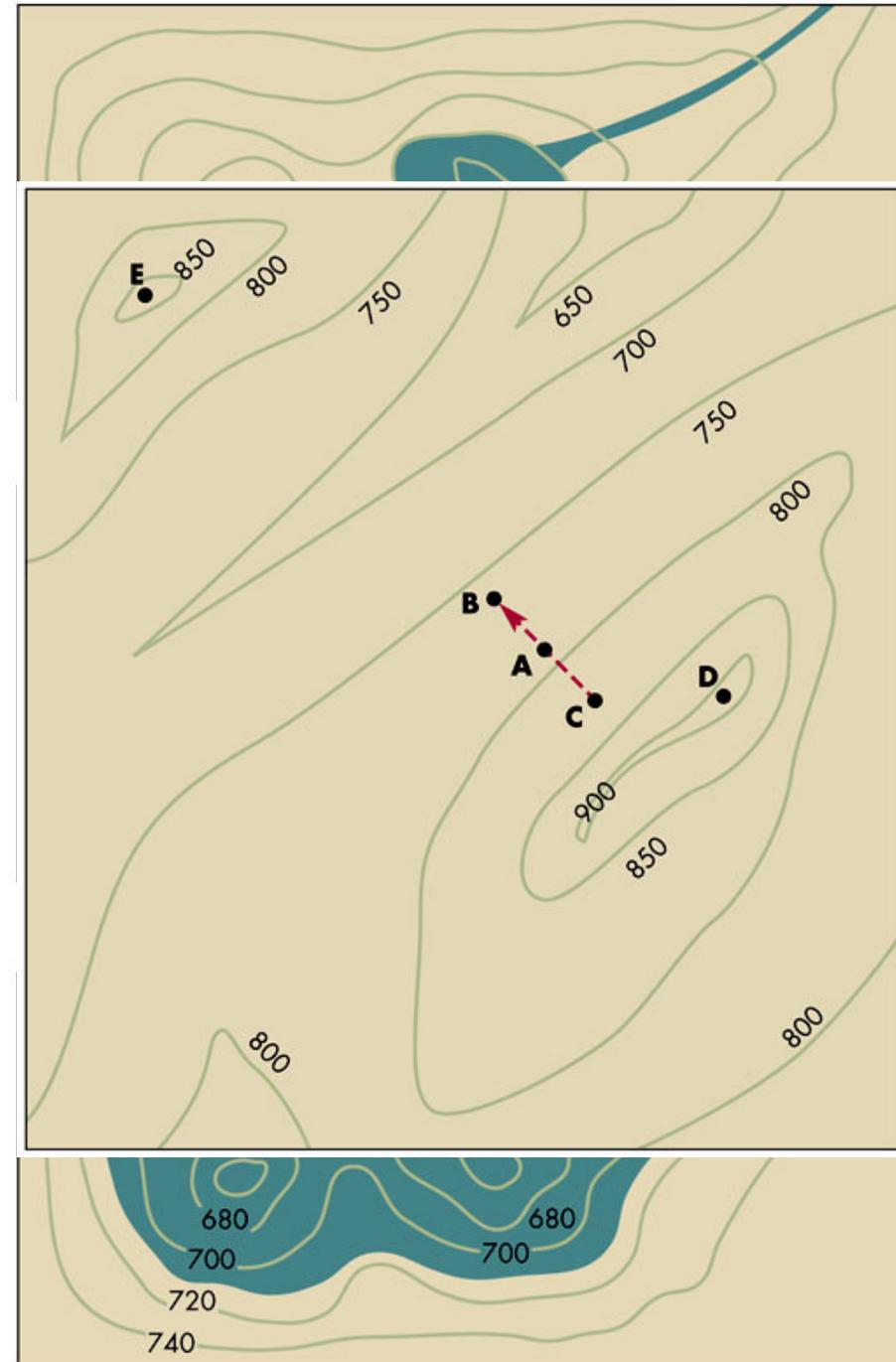


Formación

- Muchos mecanismos propuestos:
 - Unos para cercanas y otros para lejanas
 - No demasiado bien entendidos
 - No claro cuál (es) predomina (n)
- Binarias lejanas:
 - **Interacciones de marea:** interaccionan cuando aún nubes mediante fuerzas de marea, después evolucionan separadamente
 - **Conucleación:** se forman a la vez en una sola nube, ya en órbita mutua
- Binarias cercanas:
 - **Fragmentación:** nube original se fragmenta en varias estrellas $>1\text{UA}$
 - **Fisión:** una estrella se divide en dos. Sólo si $M_1 \gg M_2$
 - **Inestabilidades en el disco** pueden dar lugar a pares de estrellas muy cercanas con $M \sim$, pero no mecanismo concreto encontrado todavía

Evolución

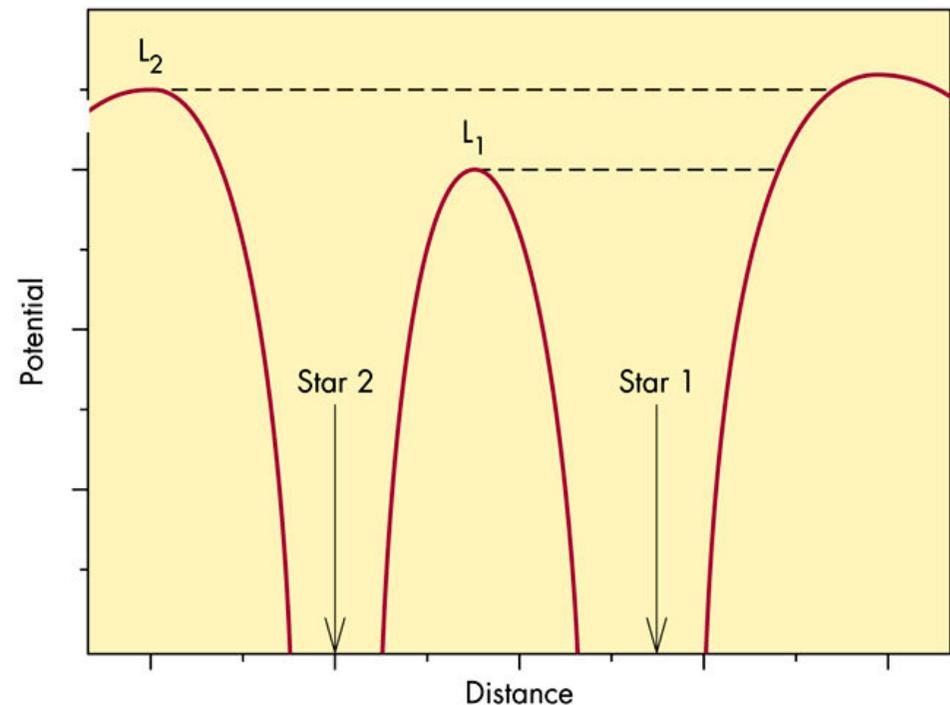
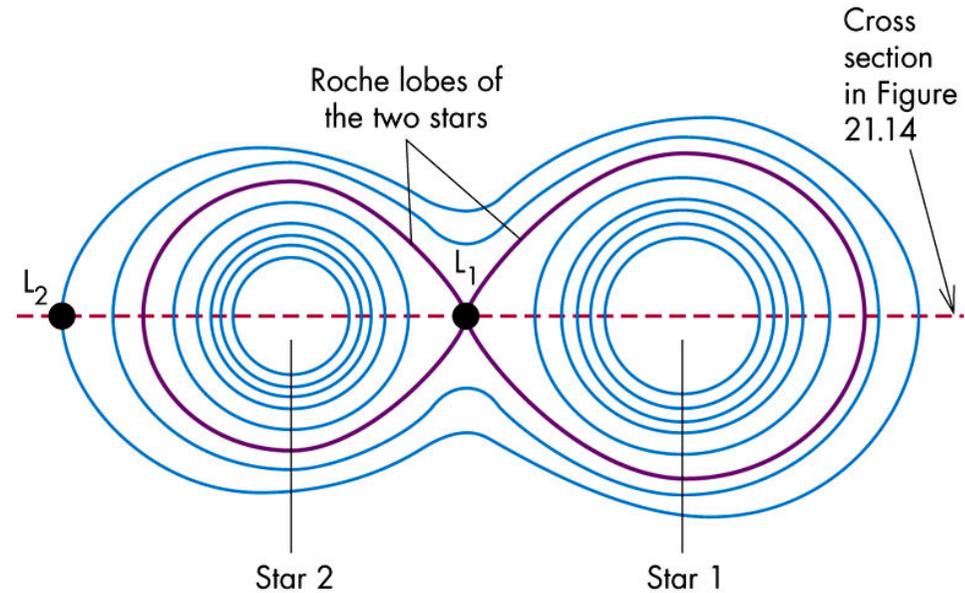
- Algol: $M(B8V) > M(K0III)$
 - $M < \text{evolución} > ??$
 - Más casos
- Solución: transferencia de masa
- Equipotenciales: líneas de igual potencial gravitatorio
 - ~ Mapas de contornos geográficos
 - M tenderá a $h <$, salvo v
 - Fluido tenderá a “rellenar” depresiones



C Water level rises as a single pond.

Lóbulos de Roche

- Equipotenciales en plano órbitas (teniendo en cuenta rotación)
- Primera equipotencial que engloba a ambas estrellas: **lóbulos de Roche**
 - Si estrella 1 llena lóbulo: materia fluye por L_1 a estrella 2
 - Si materia rellena “depresión” común: materia escapa por L_2



Novas

- WD con acreción lenta H
- Va acumulando capa H en superficie: degenerada
- Cuando T suficiente: fusión explosiva del H
 - Material expulsado a 1000s km/s
 - En hs ó ds brillo $\times 10^6$
- Al expandirse se enfría: en ms ó ys nova~normal
- Al final, WD ~ igual
- Proceso se repite (1s y a 1s My)

Candidatos a agujeros negros

- Mejores candidatos: binarias
- Si pulsos o destellos:
superficie: no agujero negro
- Método más seguro es medir
M: espectroscopía
- Cisne X-1:
 - Compañera OI: $\sim 30M_{\odot}$
 - Compacto: $7M_{\odot}$
- A0620-00:
 - Compañera K7V
 - $>3.2M_{\odot}$
- Puede haber otros, pero no
datos

