



**Двойные,  
кратные и  
переменные  
звёзды**

## вопросы

- 1. Что такое белый карлик?
- 2. Что такое нейтронная звезда?
- 3. Что такое чёрная дыра?
- 4. Как вы думаете, что произойдёт с космическим кораблём, если он неудачно приблизится к нейтронной звезде?... чёрной дыре?

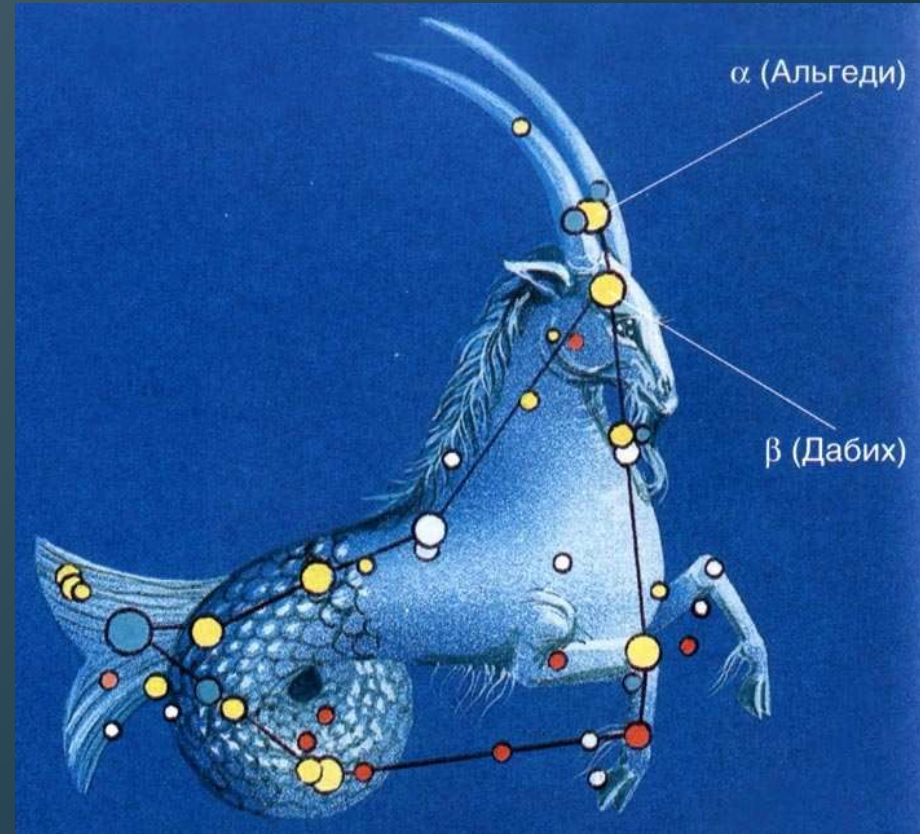
Система из  
двух  
связанных  
силами  
гравитации  
звёзд  
называется  
**двойной  
звёздной  
системой** или  
просто  
**двойной  
звездой.**



Каппа  
Волопаса

# Оптически двойные звёзды

- Звёзды, которые видны на небе близко друг от друга для наблюдателя с Земли, но при этом не связанные гравитационными силами и не имеющими общий центр масс называются **оптически двойными**. Хороший пример —  $\alpha$  Козерога — пара звёзд находятся на огромном расстоянии друг от друга (примерно 580 световых лет), но нам кажется что они рядом.



# Физически двойные звёзды

- **Физически двойные звёзды** обращаются вокруг общего центра масс и связаны между собой силами гравитации. Пример —  $\eta$  (эта) Кассиопеи. По периоду вращения и взаимному расстоянию можно определить массу каждой из звёзд. Период вращения имеет внушительный диапазон: от нескольких минут, если речь идёт о вращении карликовых звёзд вокруг нейтронных, до нескольких миллионов лет. Расстояния между звёздами примерно могут быть от  $10^{10}$  до  $10^{16}$  м (около 1 светового года).



# Кратные звёзды

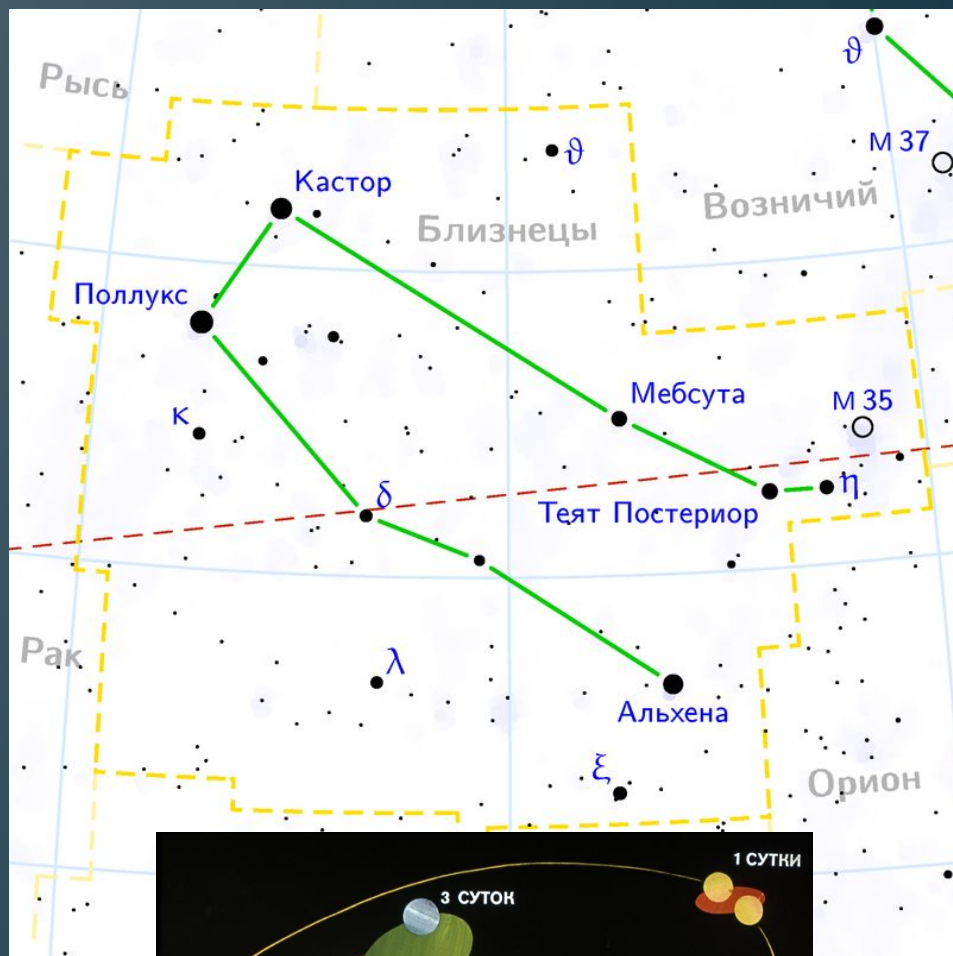
Если число взаимосвязанных звёзд превышает две, то это **кратные звёздные системы** или **кратные звёзды**. Их также разделяют на оптически и физически кратные звёзды. Если число звёзд в системе можно увидеть невооружённым глазом, в бинокль или телескоп, то такие звёзды называются **визуально кратными**. Если для определения кратности системы требуются дополнительные спектральные измерения, то это **спектрально кратная система**. И, если же кратность системы определяется по изменению блеска, то это **затменно-кратная система**. Это звезда **HD 188753** в созвездии Лебедь.

В тройной системе есть пара тесно связанных звёзд и одна удалённая от звезды с большей массой, вокруг которой и происходит вращение пары. Но чаще удалённая звезда вращается вокруг пары тесно связанных звёзд, которые представляют собой единое целое. Такая пара называется **главной**.



Тройная звезда HD  
188753

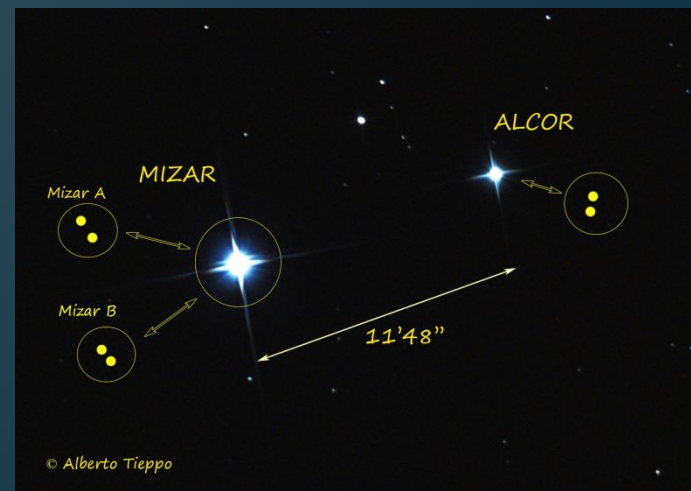
- Конечно, тремя звёздами кратность не ограничивается. Существуют системы из четырёх, пяти и шести звёзд. Чем кратность больше, тем количество таких систем меньше. Лучшим примером шестикратной системы звёзд служит **Кастор** в созвездии Близнецы. В ней три пары звёзд организовано взаимодействуют между собой. Больше 6 звёзд в системе пока ещё не обнаружено.



# Две звезды Мицар и Алькор входят в парный астеризм «Конь и всадник».

Существует также легенда, что якобы в древнем Египте в элитные войска фараона набирали юношей, которые могли различать эти звезды.

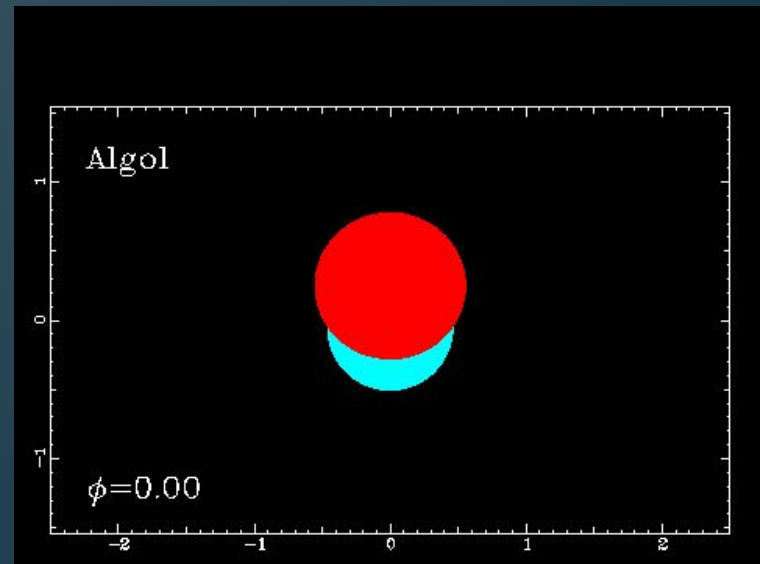
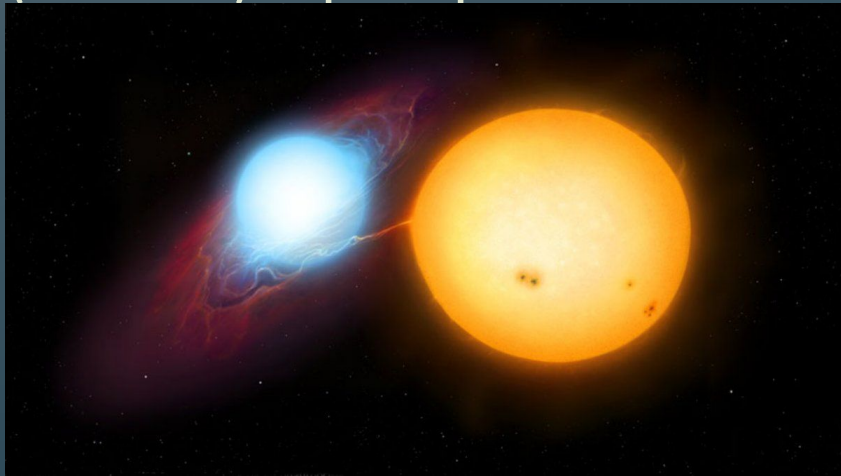
В арабской литературе говорится, что только те, кто обладает самым острым зрением, могут видеть компаньона Мицара. Арабский лексикограф 14-го века Файрузабади назвал его «Нашей загадкой», в то время как персидский астрономический писатель 13-го века Закария аль-Казвини сказал, что «люди проверяли своё зрение этой звездой».



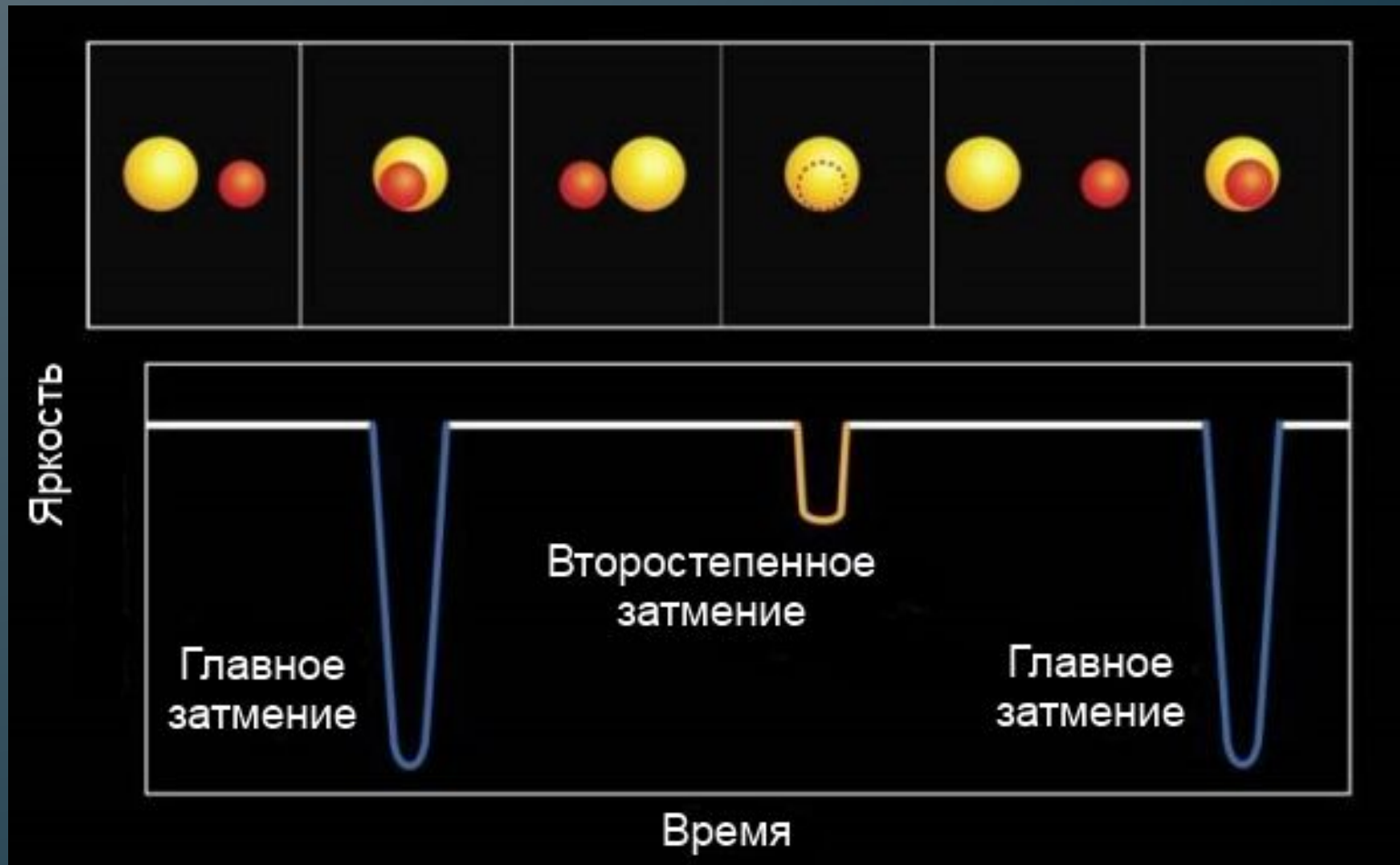


# Затменно-переменные звёзды

**Затменно-переменные звёзды** — тесные пары звёзд, которые нельзя разделить даже в самые мощные телескопы, видимая звёздная величина меняется из-за периодически наступающих для наблюдателя с Земли затмений одного компонента системы другим. Звезда с большей светимостью — главная, с меньшей — спутник. Самыми популярными примерами являются:  $\beta$  Персея (Алголь) и  $\beta$  Лиры.



Кривая блеска — график, который изображает изменение потока излучения звезды в зависимости от времени. Когда звезда имеет максимальную яркость, то это эпоха максимума, минимальную (или наибольшую звёздную величину) — эпохой минимума.



# Цефеиды

Цефеиды — пульсирующие гиганты спектрального класса F и G, которые получили своё название в честь звезды  $\delta$  (дельта) Цефея. Период пульсации колеблется в диапазоне от 1,5 до 50 суток. Амплитуда (разница между максимумом и минимумом) блеска цефеид может достигать  $1,5^m$ . Типичным представителем цефеид является Полярная звезда.

При изменении блеска изменяются температура фотосферы, показатели цвета, радиус фотосферы.

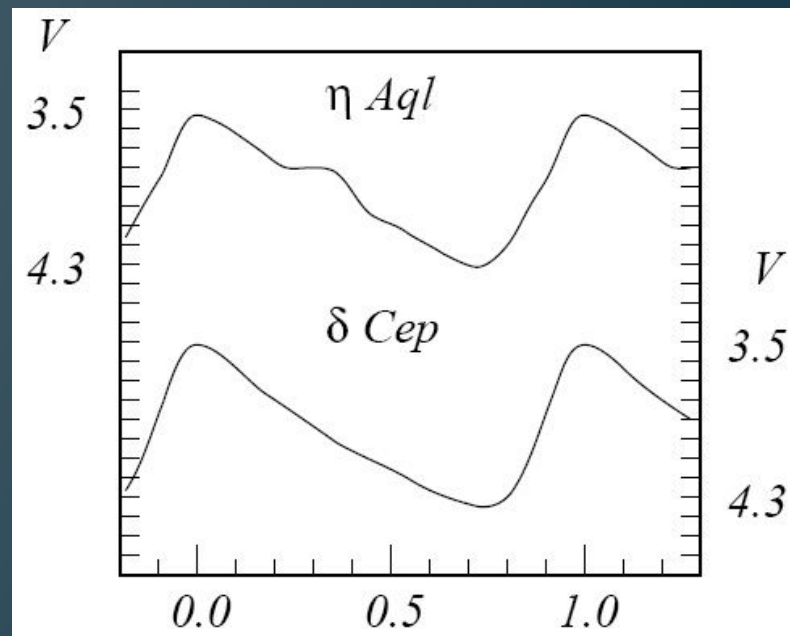


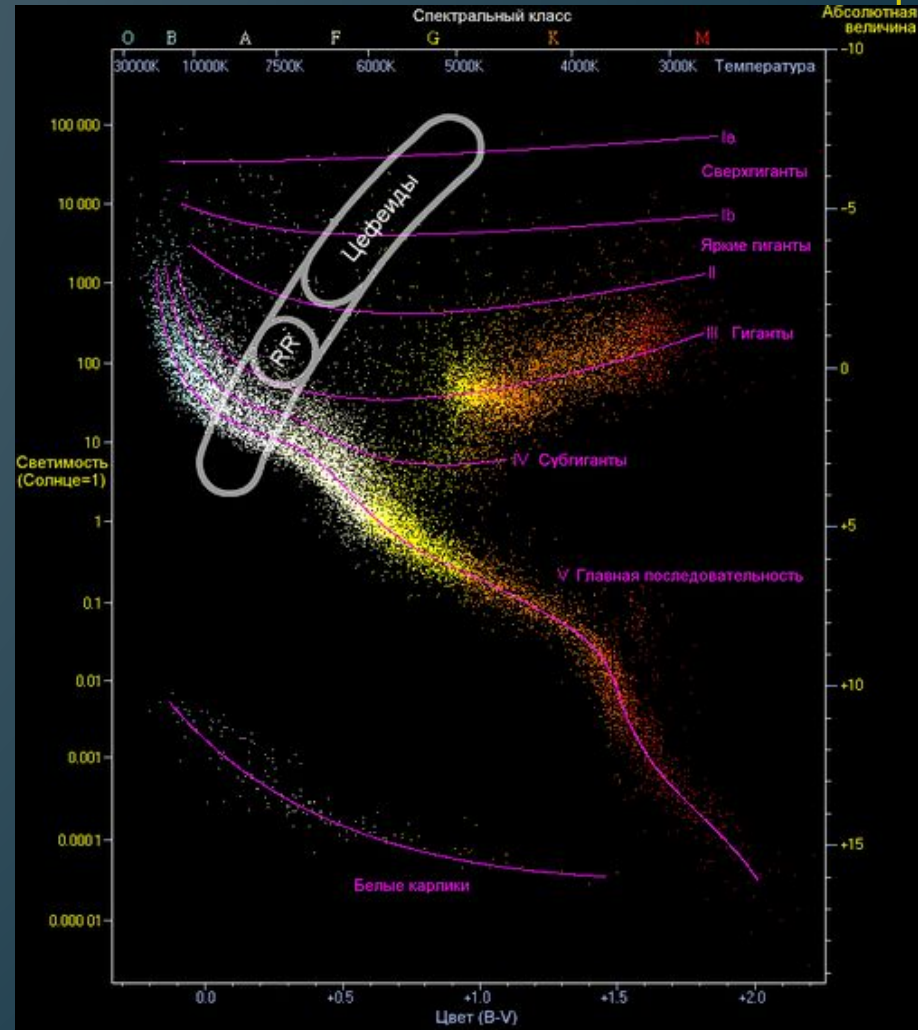
График изменения блеска  $\eta$  Aql (эта Орла) и  $\delta$  Cep (дельта Цефея)

# Звёзды типа RR

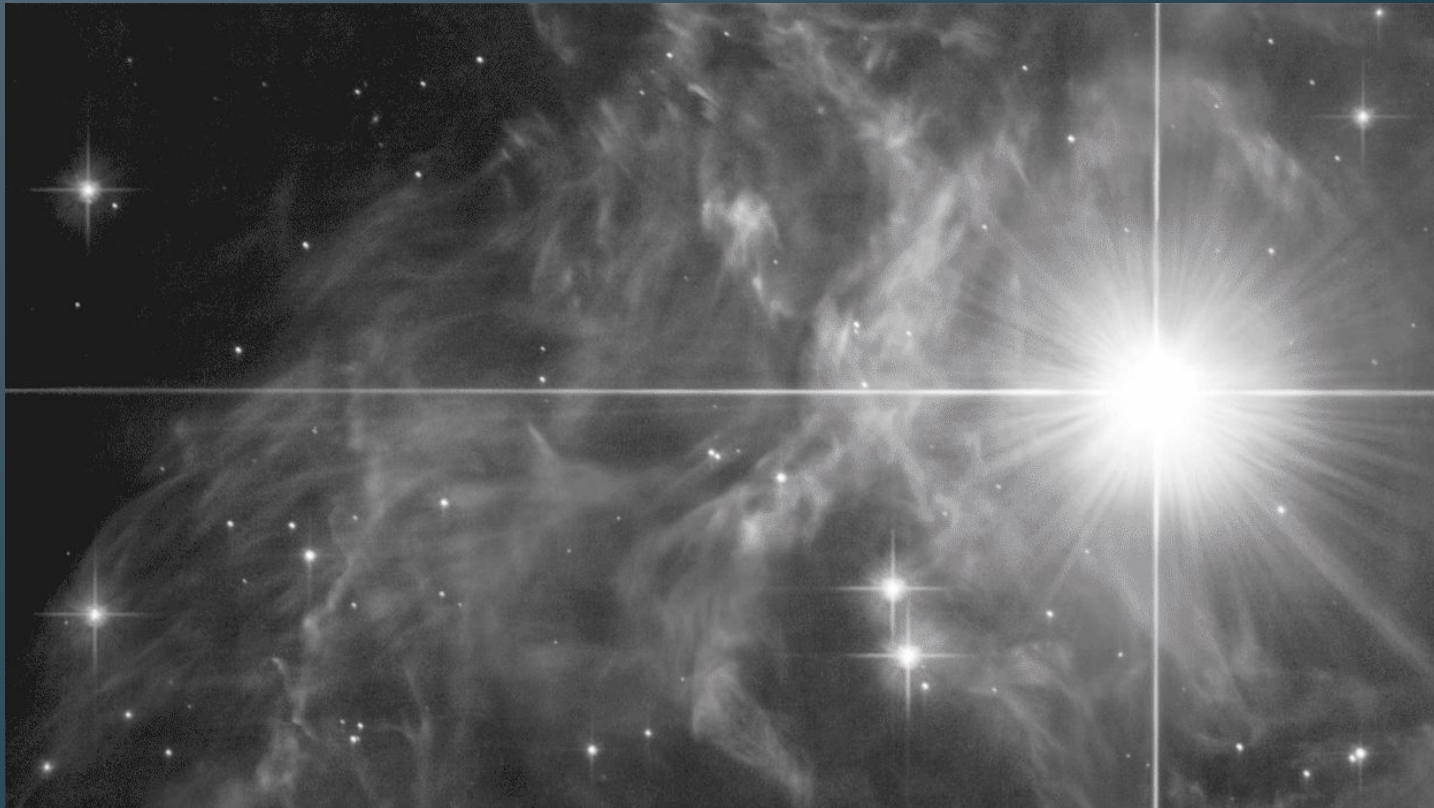
## Лиры

Это гиганты спектрального класса А. Период переменности для этих звёзд 0,2 — 1,2 суток. Они очень быстро меняют блеск, при этом амплитуда достигает одной звёздной величины. С изменением блеска изменяется показатель цвета, что связано с изменением температуры фотосферы. При максимуме звезда светлеет (белеет), т.е. становится горячее. Также изменяется радиус звезды (лучевые скорости).

Подавляющее большинство звёзд этого типа сосредоточено в шаровых звёздных скоплениях. Ниже на диаграмме Герцшпрунга-Рассела (спектр-светимость) показано примерное расположение цефеид и звёзд типа RR Лиры:



Причина изменения светимости цефеид — радиальные пульсации. Атмосферы цефеид то расширяются, то сжимаются. При сжатии атмосфера звезды разогревается, а при расширении охлаждается. Мы видим цефеиду наиболее яркой, когда она сравнительно небольшая, но горячая



Для астрономов цефеиды являются своего рода маяками Вселенной. Ориентируясь по их переменному блеску, астрономы выясняют расстояния до удалённых объектов и определяют постоянную Хаббла.



- <http://light-science.ru/kosmos/vselennaya/tsefeida.html>

**Домашнее задание**

Параграф 25