

## Физическая природа звезд

### Физическая природа звёзд

Звёзды различны по

массе

температуре  
(цвету)

размерам

возрасту

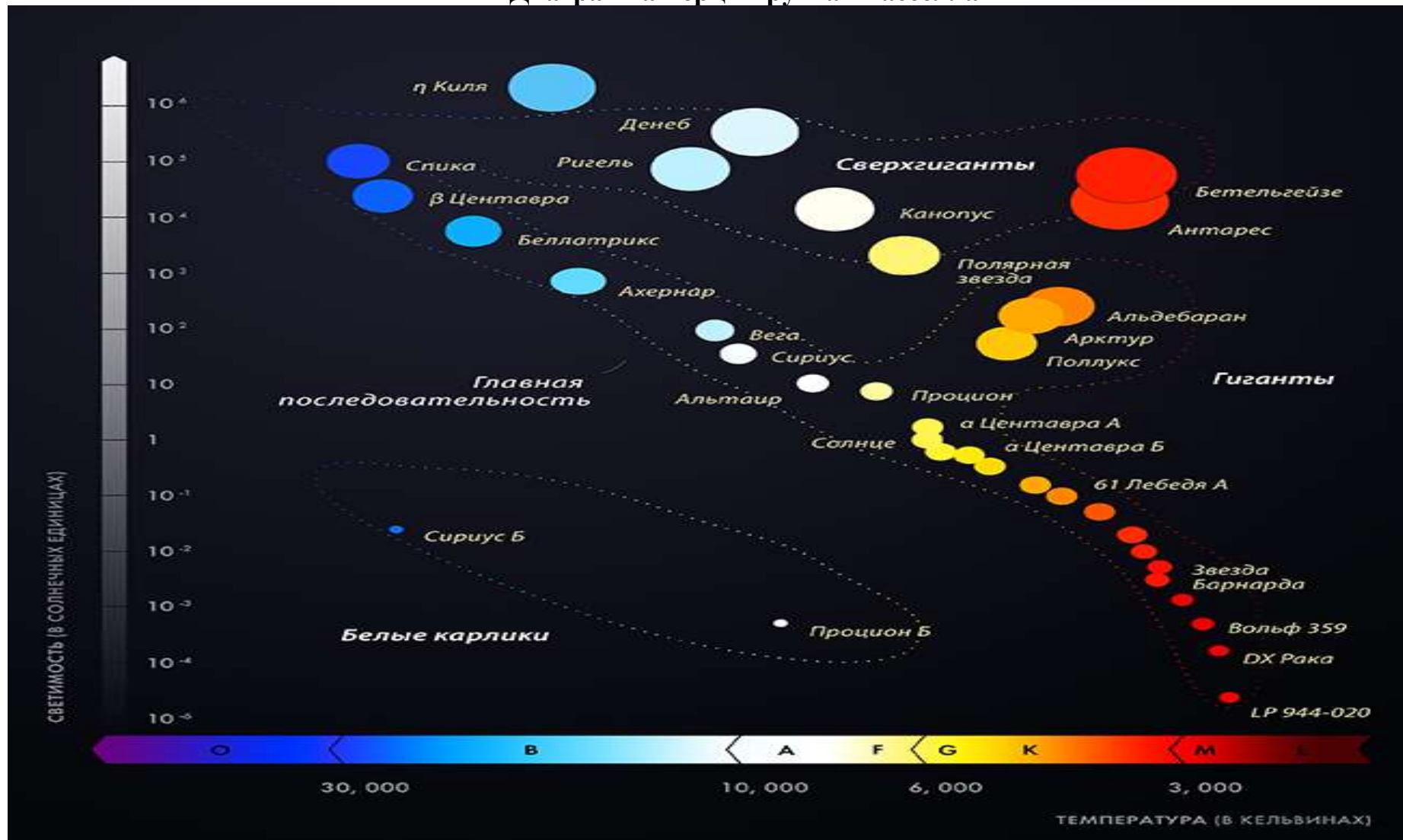
строению

светимости

Спектральный класс	Цвет	Температура, К	Особенности спектра	Типичные звезды
W	Голубой	80 000	Излучения в линиях гелия, азота, кислорода	$\gamma$ Парусов
O	Голубой	40 000	Интенсивные линии ионизированного гелия, линий металлов нет	Минтака
B	Голубовато-белый	20 000	Линии нейтрального гелия. Слабые линии H и K ионизованного кальция	Слика
A	Белый	10 000	Линии водорода достигают наибольшей интенсивности. Видны линии H и K ионизованного кальция, слабые линии металлов	Сириус, Вега
F	Желтоватый	7 000	Ионизированные металлы. Линии водорода ослабевают	Процион, Канопус
G	Желтый	6 000	Нейтральные металлы, интенсивные линии ионизованного кальция K и H	Солнце, Капелла
K	Оранжевый	4 500	Линий водорода почти нет. Присутствуют слабые полосы окиси титана. Многочисленные линии металлов	Арктур, Альдебаран
M	Красный	3 000	Сильные полосы окиси титана и других молекулярных соединений	Антарес, Бетельгейзе
L	Темно-красный	2 000	Сильные полосы SrH, рубидия, цезия	Kelou-1
T	"Коричневый карлик"	1 500	Интенсивные полосы поглощения воды, метана, молекулярного водорода	Gliese 229B

Класс	O	B	A	F	G	K	M
Температура (Кельвин)	60 000 — 30 000	30 000— 10 000	10 00— 7 500	7 500— 6 500	6000— 5000	5 000— 3 500	3 500— 2 000
Цвет	Голубой	Белый, голубой	Белый	Белый, желтый	Желтый	Желтый, оранжевый	Оранжевый, красный
Солнечных масс	60	18	3,1	1,7	1,1	0,8	0,3
Солнечных радиусов	15	7	2,1	1,3	1,1	0,9	0,4
Солнечных светимостей	1 400 000	20 000	80	6	1,2	0,4	0,04
Линии водорода	Слабые	Средние	Сильные	Средние	Слабые	Очень слабые	Очень слабые

Диаграмма Герцшпрунга - Расселла





# По размеру звезды делятся на:

**ЗВЕЗДЫ**

**Сверхгиганты**

**Больше  
Солнца в  
сотни раз**

**Гиганты**

**Больше  
Солнца в  
десятки раз**

**Карлики**

**Подобные  
Солнцу и  
меньше его**



# Размеры звезд



Солнце

Красный сверхгигант  
Бетельгейзе

**Белые карлики** — звезды, имеющие радиус в сотни раз меньший солнечного и плотность в миллионы раз большую плотности воды.

**Красные карлики** — звезды с массой меньшей, чем у Солнца, но большей, чем у Юпитера. Температура и светимость этих звезд остаются постоянными на протяжении десятков миллиардов лет.

**Красные гиганты** — звезды, имеющие температуру 3000—4000 К и радиус в десятки раз больший солнечного. Масса этих звезд не намного больше массы Солнца. Такие звезды не находятся в состоянии равновесия

# ГРУППЫ ЗВЁЗД ПО РАЗМЕРАМ

СВЕХГИГАНТЫ –  
в сотни раз >



ГИГАНТЫ –  
в десятки раз >



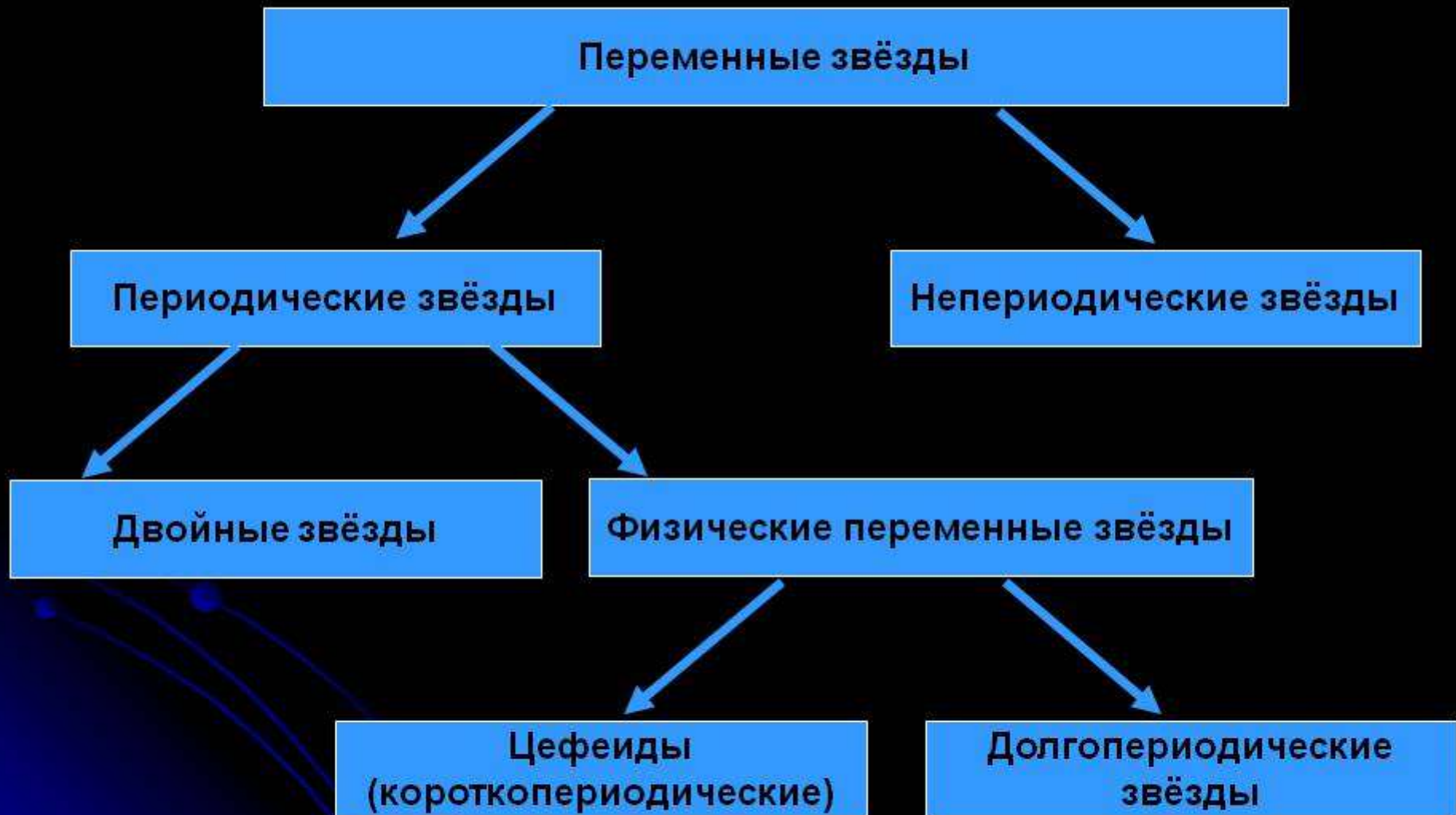
КАРЛИКИ –  
= или <



Выполните в РТ  
№2 на с 27

Классы звезд	Массы $M_{\odot}$	Размеры $R_{\odot}$	Плотность $\rho/\text{см}^3$	Светимость $L_{\odot}$	Время жизни, лет	% общего числа звезд
Ярчайшие сверхгиганты	до 100	$10^3-10^4$	$<0,000001$	$>10^5$	$10^5$	$<0,000001$
Сверхгиганты	50-100	$10^2-10^3$	0,000001	$10^4-10^5$	$10^6$	0,001
Яркие гиганты	10-100	$> 100$	0,00001	$> 1000$	$10^7$	0,01
Нормальные гиганты	до 50	$> 10$	0,0001	$> 100$	$10^7-10^8$	0,1 - 1
Субгиганты	до 10	до 10	0,001	до 100	$10^8-10^9$	
Нормальные звезды	0,005-5	0,1-5	0,1-10	0,0001-10	$10^9-10^{11}$	до 90
- белые	до 5	3-5	0,1	10	$10^9$	
- желтые	1	1	1,5	1	$10^{10}$	
- красные	0,005	0,1	10	0,0001	$10^{11}-10^{13}$	
Белые карлики	0,01-1,5	до 0,007	$10^3$	0,0001	до $10^{17}$	до 10







# **ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ**

## ❖ Затменные переменные звезды

- ❖ Звезды этого класса являются тесными двойными системами. Анализ изменения блеска затменной переменной звезды позволяет определить элементы орбиты двойной системы, относительные радиусы, светимость, массы, температуры внешних слоев компонентов двойной звезды

## ❖ Физические переменные звезды

- ❖ Физические переменные звезды разделяются на несколько основных групп: пульсирующие звезды, взрывные звезды и прочие переменные

# Звезды бывают:



**ЗВЕЗДЫ**

**Переменные**

**Изменяют  
свой блеск**

**Двойные**

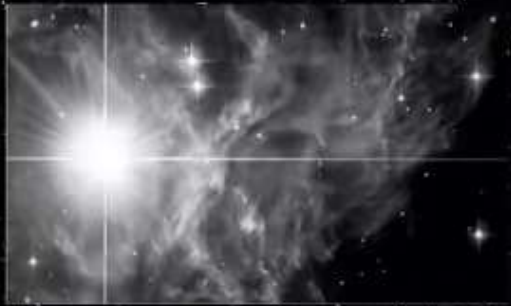
**Две звезды,  
расположенные  
близко друг к другу и  
связанные взаимным  
притяжением**





# Переменные звёзды

## Причинами изменения блеска звёзд



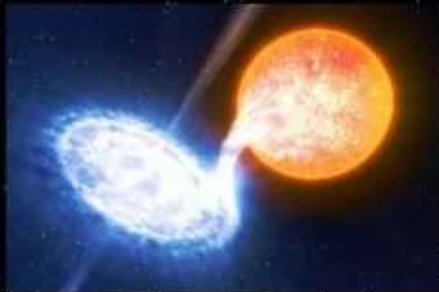
1) радиальные и нерадиальные пульсации



2) хромосферная активность



3) периодические затмения звёзд в тесной двойной системе



4) процессы, связанные с перетеканием вещества с одной звезды на другую в двойной системе.



5) катастрофические процессы (взрыв сверхновой).



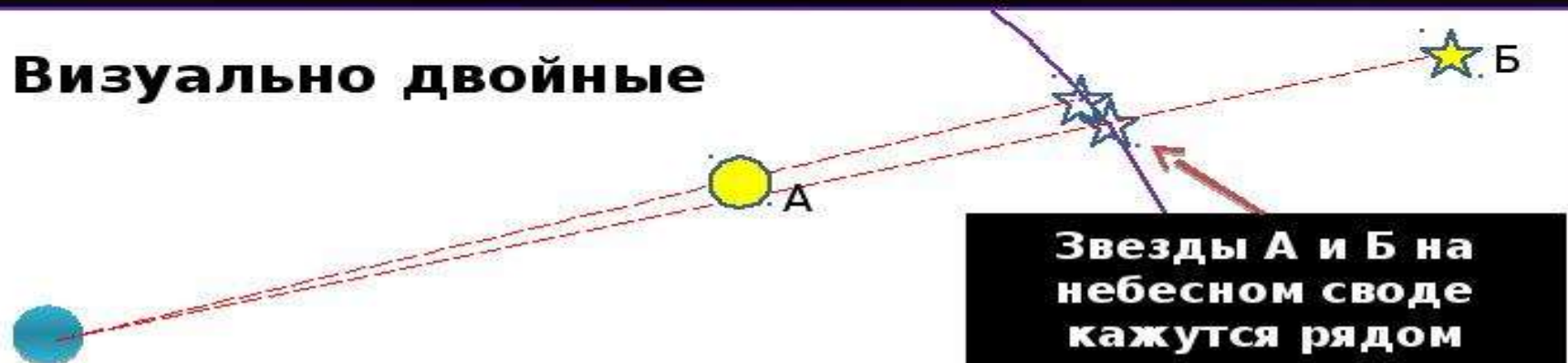
## Понятие «двойные звёзды»

- Двойные звёзды - это две и более звезды, обращающиеся по эллиптическим орбитам вокруг общего центра масс под действием сил тяготения.
- Приблизительно половина всех "звезд" на самом деле - двойные или кратные системы, хотя многие из них расположены так близко, что компоненты по отдельности наблюдать невозможно.



# Двойные звёзды

- **Визуально двойные**



- **Физически двойные**
  - 1) **визуально двойные**
  - 2) **затменно-двойные**
  - 3) **спектрально двойные**
  - 4) **кратные системы**

Звезды А и Б на небесном своде кажутся рядом



# Типы двойных звёзд



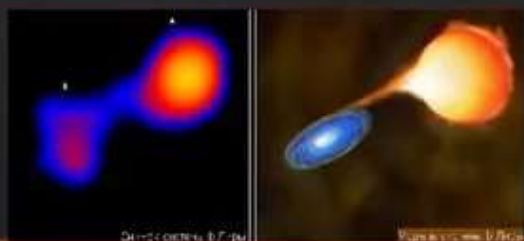
Астрометрические двойные звёзды – звёзды двойственности которых можно обнаружить по изменению положения на небе второго.



Астрометрические двойные звёзды – звёзды двойственности которых можно обнаружить по изменению положения на небе второго.



Визуально-двойные звёзды – Двойные звезды, которые возможно увидеть отдельно.



Спектрально-двойные звёзды – система двойных звёзд, если двойственность обнаруживается при помощи спектральных наблюдений.



Спекл-интерферометрические двойные звёзды – те же визуально двойные звёзды, но различимые только при анализе цветового спектра.