



ЗВЕЗДЫ

Звезда - массивный газовый шар, излучающий свет и удерживаемый силами собственной гравитации и внутренним давлением, в недрах которого происходят (или происходили ранее) реакции термоядерного синтеза.



- В солнечной системе дальнем Космосе расстояния имеют не такой масштаб, как на Земле, поэтому для измерения расстояний до тел Солнечной системы и звезд используется метод параллакса.
- Параллакс – изменение видимого положения объекта относительно удалённого фона в зависимости от положения наблюдателя.
- Для измерения расстояний до небесных тел, которые находятся за пределами Солнечной системы, астрономическая единица слишком мала. Поэтому в данном случае используют специальные единицы, такие как парсек (образовано от слов «параллакс» и «секунда») и световой год.
- Парсек - расстояние до объекта, имеющего угол параллакса в 1 угловую секунду.
- Световой год - расстояние, которое свет проходит за 1 год ($9,46 \times 10^{12}$ км = $9,46 * 1000000000000$ км)
- 1 пк = $3 * 10^{13}$ км.
- 1 пк = 3,26 светового года ($30,8 * 10^{12}$ км)
- Свет от Проксимы Центавра идет до нас 4,22 световых года (сравните с временем прохождения света от Солнца, равным 8 световым минутам).

Расстояние до звезд

- Видимая звёздная величина (m) - мера яркости небесного тела (точнее, освещённости, создаваемой этим телом) с точки зрения земного наблюдателя. Чем ярче объект, тем меньше его звёздная величина. Уточнение «видимая» указывает только на то, что эта звёздная величина наблюдается с Земли. Принято, что Вега (самая яркая звезда созвездия Лиры) имеет звездную величину, равную $0m$. Более яркие светила имеют отрицательную звездную величину.
- Под абсолютной звездной величиной (M) понимается видимая звездная величина, которую имела бы звезда, удаленная от нас на расстояние 10 пк.
- Абсолютная звездная величина Солнца составляет $+4,7m$, видимая - $26,74 m$.
- Абсолютная звездная величина Полярной звезды составляет $-4,6m$, видимая $2,3 m$.

Видимые и абсолютные звездные величины (блеск)

- Даже рассматривая небо невооруженным глазом, можно заметить различный цвет звезд. Это происходит потому, что максимум излучения звезд приходится на различные длины волн. Самые горячие звезды имеют голубоватый цвет и температуру фотосферы – 30000-60000К. Температура самых холодных звезд - менее 2000 К и их цвет - красноватый.
- Изучение химического состава звезд возможно по спектрам поглощения. В атмосфере звезд, как и Солнца, преобладают два элемента: водород и гелий. На долю остальных элементов приходится не более нескольких процентов. При невысоких температурах в атмосферах звезд могут существовать нейтральные атомы и простейшие молекулы: C_2 , CN_2 (циан), оксиды титана, циркония, углерода и др. В спектрах горячих звезд преобладают ионизированные атомы.
- Сходные между собой по спектру звезды объединяют в семь основных спектральных классов. Каждый спектральный класс подразделяется еще на десять подклассов. Например, наше Солнце относится к классу G2. Самые горячие звезды - классов O, B, A, самые холодные - K и M. В последние десятилетия удалось обнаружить нетипичные звезды, для которых ввели дополнительные спектральные классы, например: Y - очень холодные (метано-аммиачные) коричневые карлики с температурой ниже 700К; Q - новые звезды; P - планетарные туманности и т.д.

ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ЗВЕЗД

- Для характеристики общей мощности излучаемой звездой энергии используется понятие «светимость звезд (L)». Светимость не зависит от расстояния до объекта, от него зависит только видимая звёздная величина.

$$L = 4\pi R^2 \sigma T$$

- Светимость – это полная энергия, излучаемая звездой за 1 секунду. Светимость звезды характеризует поток энергии, излучаемой звездой по всем направлениям, и имеет размерность мощности Дж/с или Вт.
- Если сравнить с Солнцем:

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Светимость (в светимостях Солнца)
Беллатрикс	22 000	8,4	6	6400
Бетельгейзе	3100	20	900	90 000
Гакрукс	3400	3	113	1500
Вега	10 600	3	3	40
Капелла	5200	2,6	10	78
Кастор	10 400	2	2	20
Сириус А	9900	2	1,7	25
Сириус В	25 000	1	0,0084	0,026

СВЕТИМОСТЬ ЗВЕЗД

Если радиус звезды превышает радиус Солнца в сотни раз – это сверхгигант (Антарес – в 750 раз больше солнечного).

Если звезду Бетельгейзе (в 100 раз больше) поместить вместо Солнца, то она заполнит всю Солнечную систему до Юпитера).

Если радиус звезды превышает радиус Солнца в десятки раз – это гигант (Поллукс– в 750 раз больше солнечного).

Если радиус звезды меньше радиуса Солнца– это карлик (есть звезды с размером меньше Луны).

РАДИУС ЗВЕЗД

- ✓ Массы звёзд лежат в очень узких пределах.

Если светимости звёзд лежат в пределах от $L \approx 10^{-4}L_{\odot}$ до $L \approx 10^4L_{\odot}$,
радиусы - в пределах от $0,01R_{\odot}$ до $3 \cdot 10^3R_{\odot}$,
то массы звёзд лежат в пределах от $0,02M_{\odot}$ до $100M_{\odot}$.

- ✓ Тело меньшей массы уже не является звездой, а большей не может существовать. Такая звезда неустойчива и уже при возникновении либо сбросит избыточную массу, либо распадётся на две или несколько.

МАССА ЗВЕЗД

Вещество звезд гигантов и сверхгигантов может иметь плотность меньшую, чем воздух в нормальных земных условиях

У нейтронных звезд-плотность, как у атомных ядер 10^{14} г/см³. Такую плотность будет иметь земной шар, если его сжать до размеров в 0,5 км.

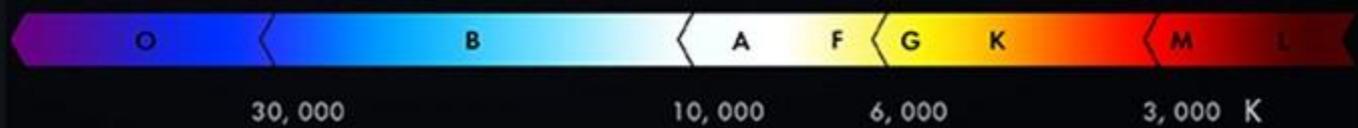
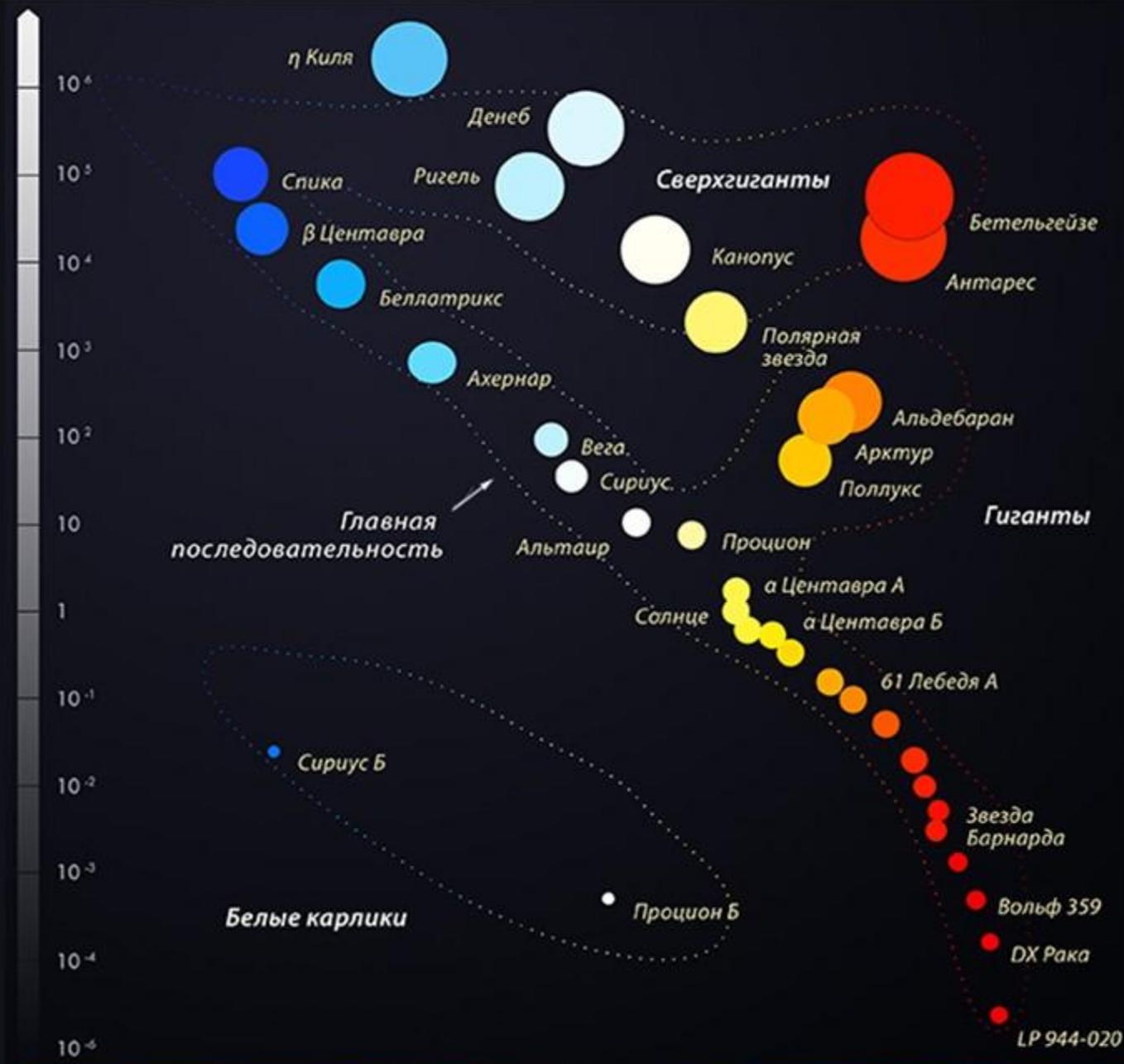
Плотность небольших звезд белых карликов достигает огромных значений $10^{10} \dots 10^{11}$ кг/м³. Попробуйте представить, что 1 см³ вещества такой звезды имеет массу 100 тонн.

ПЛОТНОСТЬ ЗВЕЗД

Показывает зависимость между абсолютной звездной величиной, светимостью, спектральным классом и температурой поверхности звезды.

Диаграмма Герцшпрунга – Рассела

Светимость (в единицах солнечной)

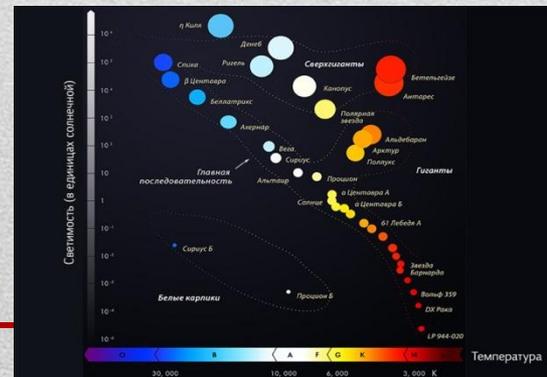


Температура

Большая часть звезд находится на так называемой главной последовательности.

Существование главной последовательности связано с тем, что стадия горения водорода составляет $\sim 90\%$ времени эволюции большинства звезд: выгорание водорода в центральных областях звезды приводит к образованию изотермического гелиевого ядра, переходу к стадии красного гиганта и уходу звезды с главной последовательности. Относительно краткая эволюция красных гигантов приводит, в зависимости от их массы, к образованию белых карликов, нейтронных звезд или черных дыр.

Чтобы Земля стала черной дырой, ее надо сжать до размеров горошины. Для превращения Солнца в черную дыру его нужно уменьшить до 3 км



Вид	Название	Класс	Масса	Размер	Плотность	Светимость	Оставшееся время жизни	Цвет	Темп-ра	Расстояние до звезды	Примечание
Красный											
Оранжевый											
Желтый											
Желто-белый											
Белый											
Бело-голубой											
Голубой											
Коричневый карлик											
Субкоричневый карлик											
Белый карлик											
Черный карлик											
Красный карлик											
Красный гигант											
Типа Вольфа-Райе											
Сверхновые											
Новые											
Гиперновые (сверхновая)											
Яркие голубые переменные											
Ультраяркие рентгеновские источники											
Нейтронные											
Переменные											
Двойные											
Пульсар											
Цефеид											
Черная дыра											

ТАБЛИЦА ПО ЗВЕЗДАМ (обязат)