

20.02.2021

Предмет: астрономия

Класс: 10

## **Практическая работа «Звёзды»**

**Цель: научиться анализировать диаграмму Герцшпрунга-Рассела, применять классификацию звёзд для решения задач.**

Указания к выполнению работы.

)Выполняйте работу на двойном листочке.

)Запишите дату, тему, цель.

)Повторите материал темы по учебнику.

)Используйте информацию на слайдах ниже.

)Проанализируйте пример решенного задания на 7 слайде.

)Выполните задания № 1,2,3,4,5

)Сфотографируйте работу и отправьте на эл.адрес [kcaswetlaja@mail.ru](mailto:kcaswetlaja@mail.ru)

или через сообщения в эл.дневнике до среды 24.02.2021 (листочек сдать в первый день после выхода с активировки)

**Одинаковые работы будут оценены не более чем 3 балла**

**Удачи!!! Спасибо за работу!**

**Звезда** — массивный газовый шар, излучающий свет и удерживаемый в состоянии равновесия силами собственной гравитации и внутренним давлением. Внутри звёзд происходят (или происходили ранее) реакции термоядерного синтеза.

Звёзды образуются из газовой-пылевой среды (главным образом из водорода и гелия) в результате гравитационного сжатия. Температура вещества в недрах звёзд измеряется миллионами кельвинов, а на их поверхности — тысячами кельвинов. Например, температура на поверхности Солнца равна примерно 6000 К.

**Светимостью** звезды называется энергия, излучаемая звездой за 1 с со всей её поверхности. Для Солнца эта величина равна  $L = 4 \cdot 10^{26}$  Вт.

По температуре, цвету и виду спектра все звёзды можно разделить на **спектральные классы**, которые обозначили буквами O, B, A, F, G, K, M.

Класс	Температура, К	Цвет	Примеры
O	30 000–60 000	голубой	Кси Персея
B	10 000–30 000	бело-голубой	Ригель
A	7500–10 000	белый	Сириус
F	6000–7500	жёлто-белый	Процион
G	5000–6000	жёлтый	Солнце
K	3500–5000	оранжевый	Альдебаран
M	2000–3500	красный	Бетельгейзе

В зависимости от спектрального класса, светимости и температуры поверхности (диаграмма Герцшпрунга — Рассела, см. рис. 5) звезды делятся на несколько основных групп.

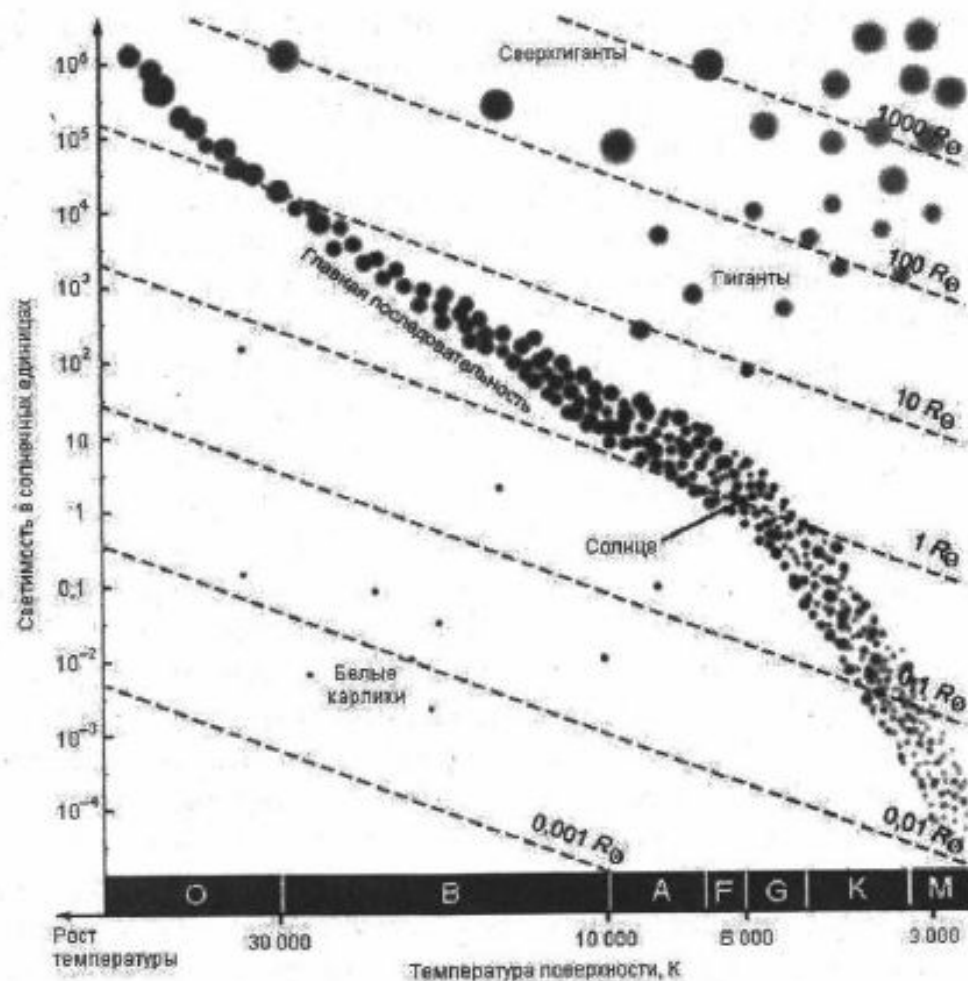


Рис. 5

**Главная последовательность.** К этой группе относится большинство звезд (порядка 90%), в том числе и Солнце. Плотности звезд этой группы сравнимы с солнечной плотностью. Положение звезды на главной последовательности определяется её массой и в малой степени химическим составом.

**Красные гиганты.** К этой группе в основном относятся звезды красного цвета с радиусами, в десятки раз превышающими солнечный.

**Сверхгиганты.** Это звезды со светимостями в десятки и сотни тысяч раз превышающими солнечную. Радиусы этих звезд превышают радиус Солнца в сотни раз.

**Белые карлики.** Эта группа звезд в основном белого цвета со светимостями в сотни и тысячи раз меньше солнечной. По размерам они сравнимы с размерами Земли, но их массы близки к массе Солнца.

Энергия подавляющего большинства звезд выделяется в результате термоядерных реакций превращения водорода в гелий, происходящих при высоких температурах внутри звезды.

Внутри Солнца термоядерные реакции происходят внутри ядра (его радиус равен примерно  $0,3R_c$ ). Вне ядра температура недостаточна для протекания термоядерных реакций. Энергия, выделившаяся в ядре звезды, переносится наружу, к поверхности, двумя способами: лучистым и конвективным переносами.

В самом центре красных гигантов и сверхгигантов, несмотря на высокие температуры, ядерные реакции отсутствуют. Они протекают в тонких слоях вокруг плотного центрального ядра.

В 1967 г. астрономы обнаружили в космосе пульсары (нейтронные звезды) — радиоисточники, которые испускали периодические импульсы радиоизлучения. Эти необычные звёзды имеют радиусы около 10 км и массы, сравнимые с массой Солнца.

*Пример задания:*

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о звёздах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Светимость (в светимостях Солнца)
Альтаир	8000	1,7	1,7	10
Антарес	4000	10	880	57 500
Бетельгейзе	3100	20	900	90 000
Гакрукс	3400	3	113	1500
Полярная	7000	6	30	2200
Ригель	11 000	18	75	126 000
Сириус А	9900	2	1,7	25
Сириус В	25 000	1	0,0084	0,026

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд, и укажите их номера.

- 1) Температура поверхности Антареса в 2 раза выше, чем поверхности Солнца.
- 2) Температура поверхности и светимость звезды Сириус В свидетельствует о том, что она относится к белым карликам.
- 3) Температура поверхности и светимость звезды Сириус А свидетельствует о том, что она является красным гигантом.
- 4) Плотности вещества звёзд Антарес и Ригель примерно равны.
- 5) Температура поверхности и радиус звезды Альтаир говорят о том, что эта звезда относится к белым звёздам спектрального класса А.

Ответ:

*Решение:*

1. Температура на поверхности Солнца примерно 6000 К, а из таблицы видно, что температура Антареса — 4000 К. Следовательно, первое утверждение ошибочно.

2. Светимость, температура и размеры звезды Сириус В свидетельствуют о том, что эта звезда находится в нижнем левом углу диаграммы Герцшпрунга — Рассела и является белым карликом. Утверждение 2 правдиво.

3. Звезда Сириус А имеет небольшую светимость и размеры, сравнимые с размером Солнца. Из этого следует, что она относится к главной последовательности звёзд. Следовательно, третье утверждение ошибочно.

4. Средняя плотность равна отношению массы звезды к её объёму:

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}.$$

$$\frac{\rho_a}{\rho_p} = \frac{M_a}{R_a^3} \cdot \frac{R_p^3}{M_p} = \frac{10 \cdot 75^3}{880^3 \cdot 18} \approx 10^{-4}.$$



Следовательно, плотности звёзд Антарес и Ригель различаются более чем в 1000 раз. Утверждение 4 ошибочно.

Этот вывод можно было сделать и без вычислений, просто учтя, что масса Антареса меньше массы Ригеля, а радиус при этом в 10 раз больше. Следовательно, плотности этих звёзд различаются во много раз.

5. По таблице с характеристиками спектральных классов видно, что температура 8000 К соответствует белым звёздам и спектральному классу A. Утверждение 5 правдиво.

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

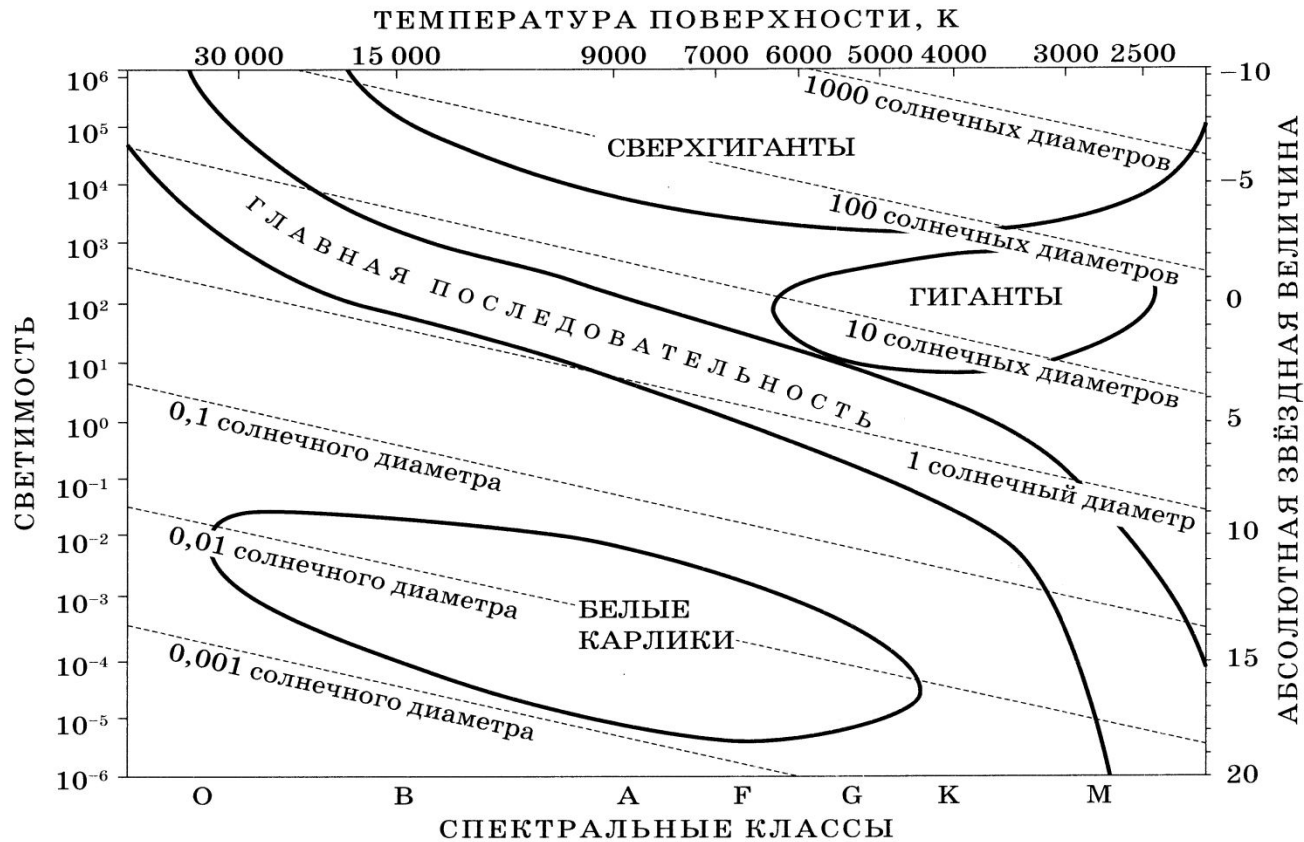
Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Название созвездия
Альдебаран	3600	5,0	45	Телец
Меропа	14 000	4,5	4	Телец
Антарес А	3400	12,5	5	Скорпион
ан-Ният	30 700	15	5	Скорпион
Мирфак	6600	11	56	Персей
Алголь А	12 000	3,6	2,3	Персей
Ригель	11 200	40	138	Орион
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион

Выберите *все* верные утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

- 1) Звезда Ригель является сверхгигантом.
- 2) Звезда Альдебаран является белым карликом.
- 3) Так как звёзды Антарес А и ан-Ният имеют примерно одинаковые массы, они относятся к одному спектральному классу.
- 4) Температура поверхности звезды Ригель выше, чем температура поверхности Солнца.
- 5) Так как звёзды Альдебаран и Меропа относятся к одному созвездию, они находятся на одинаковом расстоянии от Земли.

Ответ: \_\_\_\_\_.

На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга — Рессела.



Выберите **все** верные утверждения о звёздах.

- 1) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса *B* главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса *M* главной последовательности.
- 2) Звезда Денеб относится к сверхгигантам спектрального класса *A*, так как имеет температуру поверхности 8550 К, а её радиус в 210 раз превышает радиус Солнца.
- 3) Средняя плотность гигантов существенно меньше средней плотности белых карликов.
- 4) Чем больше абсолютная звёздная величина звезды, тем выше её светимость.
- 5) Для главной последовательности светимость звёзд спектрального класса *B* ниже светимости звёзд спектрального класса *K*.

Ответ: \_\_\_\_\_.

№3

Из приведённых ниже утверждений выберите **два** верных и укажите их номера.

- 1) В звёздах-сверхгигантах термоядерные реакции происходят в центре звезды.
- 2) Две звезды одного спектрального класса обязательно имеют одинаковые массы.
- 3) Внутри белых карликов термоядерные реакции не происходят.
- 4) Температура белых карликов выше температуры красных гигантов.
- 5) Учёные создали теорию эволюции звёзд, наблюдая только за Солнцем.

Ответ:

№4

Из приведённых ниже утверждений выберите **два** верных и укажите их номера.

- 1) В большинстве звёзд термоядерные реакции происходят в центре звезды.
- 2) Две звезды одного спектрального класса обязательно имеют одинаковые плотности.
- 3) Звезды не крутятся вокруг своей оси.
- 4) Светимость белых карликов выше светимости красных гигантов.
- 5) Температура на поверхности Солнца примерно 6000 К.

Ответ:

№5

Из приведённых ниже утверждений выберите два верных и укажите их номера.

- 1) Звёзды класса G имеют белый цвет и температуры в диапазоне 7500—10 000 К.
- 2) Две звезды одного спектрального класса обязательно имеют одинаковые светимости.
- 3) Звезды одного созвездия находятся от Земли на одинаковом расстоянии.
- 4) Диаметры белых карликов меньше диаметров большинства звёзд главной последовательности.
- 5) Внутри звёзд главной последовательности водород превращается в гелий.

Ответ: