

Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Звёзды и звёздная эволюция.

1. Звезды главной последовательности спектрального класса B0V имеют массу $\sim 15M_{\odot}$. Воспользовавшись соотношением масса — светимость, оценить их среднюю плотность.
2. Найти высоту однородной водородной атмосферы для а) Солнца и б) белого карлика с $T \sim 30000K$, $M = M_{\odot}$.
3. Оценить толщину фольги от шоколадки, сев на которую в окрестности звезды класса O5, комар мог бы улететь на ней как на фотонном парусе к другим звездам. В момент, когда комар садится на фольгу, она покоится.
4. Определите темп аккреции (в массах Солнца в год), который мог бы обеспечить наблюдаемую светимость Солнца. Как такая аккреция сказалась бы на продолжительности года?
5. Анализ спектра звезды позволил определить ее эффективную температуру T и ускорение силы тяжести на поверхности g . Из наблюдений известны также видимая звездная величина звезды m и годичный параллакс p (в угловых секундах). Как, имея эти данные, определить массу звезды?
6. При оптических наблюдениях спектра Солнца в течение дня можно заметить, что интенсивность некоторых линий в наблюдаемом спектре меняется со временем. Опишите характер этих изменений, укажите причину этого явления.
7. Есть две звезды — красная и белая — с одинаковой абсолютной звездной величиной. Если эти звезды поместить на одинаковое, но очень далекое расстояние, будут ли они иметь одинаковую видимую звездную величину? Ответ обосновать.
8. Двойная звезда состоит из черной дыры и звезды главной последовательности с одинаковыми массами, равными 3 массам Солнца, которые движутся по круговым орбитам. Известно, что в системе происходит дисковая аккреция. Оцените максимально возможный орбитальный период такой системы.
9. Астроном наблюдает звезду, светящую через облако межзвездной среды. Из наблюдений было получено, что $V = 1m.8$, а годичный параллакс звезды составил $\pi = 0.02''$. Известно, что для данного типа звезд истинный показатель цвета $(B - V)_0 = -0.3^m$, однако его измеренное значение оказалось равным $(B - V) = 0.5^m$. Найдите истинную $(M_V)_0$ и абсолютную болометрическую звездную величину M_{bol} , если известно, что для этого типа звезд болометрическая поправка $BC = -2.8^m$. Оцените спектральный класс звезды.
10. В шаровом звездном скоплении практически отсутствуют звезды более ранних спектральных классов, чем G2, причем большинство звезд класса G2 имеет видимую звездную величину $+20^m$. Оцените возраст скопления и расстояние до него.
11. В результате столкновения двух звезд главной последовательности, каждая из которых имела массу, равную 2 массам Солнца, образовалась звезда (также главной последовательности). Как оказалось, светимость получившейся звезды в точности равнялась суммарной светимости двух столкнувшихся звезд. Найдите массу образовавшейся звезды.
12. На небе есть много звезд с названиями « ϵ такого-то созвездия». Оцените среднюю видимую звездную величину таких звезд.
13. При исследовании звезды, похожей на Солнце, оказалось, что она является переменной. Для объяснения этого были выдвинуты две гипотезы:
 - (а) переменность связана с пятном на поверхности вращающейся звезды (температура пятна равна температуре обычных солнечных пятен);

(b) переменность вызвана изотермическим расширением и сжатием звезды.

Оцените, на сколько процентов могут отличаться максимально и минимально возможные радиусы звезды в рамках второй гипотезы, если известно, что первая гипотеза также количественно согласуется с данными наблюдений.

14. Двойной пульсар PSR B1913+16 состоит из двух нейтронных звезд с примерно одинаковыми массами, равными 1.4 масс Солнца, среднее расстояние между которыми равно $2 \cdot 10^6$ км. Известно, что в результате излучения системой гравитационных волн орбитальный период системы уменьшается на 80 микросекунд за год. Оцените отношение гравитационной светимости PSR B1913+16 к его светимости в оптическом диапазоне, если известно, что он находится на расстоянии 7 кпк от Солнца и в оптическом диапазоне его блеск равен $+22^m$.
15. Двойная звезда состоит из одинаковых компонент, имеющих радиус 1.3 радиуса Солнца и температуру 6500 К, вращающихся по круговой орбите с радиусом 1.2 а.е. Может ли вокруг одного из компонентов вращаться планета, находящаяся в «зоне жизни» (на поверхности может существовать вода в жидком состоянии), если геометрическое альbedo планеты равно 0.3?
16. Орбитальный период двойной звезды, в которой происходит перетекание вещества с одного компонента системы на другой, составляет 2.5 суток, причем известно, что за последние 100 лет этот период увеличился на 20 секунд. Массы компонент составляют 3 и 5 масс Солнца. Оцените темп аккреции в системе — массу вещества, перетекающую с одного компонента за другой, за год. Какой из компонент отдает вещество, а какой — получает?
17. Про звезду Вега известно, что она очень сильно сплюснута. Оцените отношение экваториального и полярного радиусов Веги, считая, что при наблюдении ее с разных сторон ее звездная величина изменялась бы максимум на 1^m . Считать поверхностную яркость «диска» Веги со всех сторон постоянной.
18. При вспышке сверхновой SN1987A выделилась энергия 10^{46} Дж. Оцените массу звезды, которая излучит столько же энергии за всю свою жизнь на стадии Главной последовательности.
19. Многие участники 70-й Московской астрономической олимпиады писали, что раз Солнце за время своей жизни на главной последовательности (1010 лет) расходует 10% запасов водорода, значит, за это время масса Солнца уменьшится на 10%. Оцените светимость Солнца, если бы оно действительно за 10 млрд лет перерабатывало водород таким образом. Бывают ли звёзды главной последовательности с такой светимостью?

20.