



XXIX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
отборочный тур, решения

2022
до 23
января

7–8 классы

1. Двойная звезда состоит из компонентов с массами 14 и 7.2 масс Солнца. Радиус более массивной звезды равен 7.2 радиусам Солнца, менее массивной — 5.2 радиусам Солнца. Чему равно отношение плотности менее крупного компонента к плотности более крупного?

Решение (8 баллов):

Считая звезды сферически-симметричными, свяжем плотность звезды с ее массой и объемом.

$$M = \rho V = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 \Rightarrow \rho = \frac{M}{\frac{4}{3} \pi R^3}$$

Запишем отношение плотности второй звезды к плотности первой:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{M_2}{M_1} \cdot \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^3 = \frac{7.2}{14} \cdot \left(\frac{7.2}{5.2} \right)^3 = 1.4.$$

2. Выберите верные для наблюдателя, находящегося на Земле, утверждения:
- (a) Марс в созвездии Тельца лучше всего наблюдать с середины мая по середину июня.
 - (b) 1 октября Юпитер в созвездии Льва восходит в Санкт-Петербурге до появления Солнца над горизонтом.
 - (c) Если 28 декабря Марс наблюдается в созвездии Близнецов, то его угловые размеры больше, чем если бы в этот момент Марс наблюдался в созвездии Козерога.
 - (d) 12 сентября Венеру нельзя наблюдать в созвездии Рыб.
 - (e) 13 апреля полная Луна может покрыть Венеру.
 - (f) Нигде на Земле Меркурий не может наблюдаться в созвездии Змееносца летом.

Решение (8 баллов):

Правильные ответы: b,c,d.

С середины мая по середину июня в созвездии Тельца находится Солнце. Это означает, что в такое время Марс для земного наблюдателя не будет виден из-за сильной засветки от Солнца. Поэтому вариант (a) неверен.

1 октября Солнце находится в созвездии Девы. Созвездие Льва в видимом годичном движении Солнца идет раньше созвездия Девы, то есть это созвездие находится западнее, поэтому восходит раньше. Вариант (b) верен.

28 декабря Солнце находится в созвездии Стрельца. Если Марс находится в Близнецах, то он близок к противостоянию, при этом расстояние между Землей и Марсом близко к минимальному, угловые размеры будут наибольшими. Созвездие Козерога соседствует с созвездием Стрельца, поэтому Марс в созвездии Козерога будет в указанный момент

близок к соединению, то есть на максимальном расстоянии от Земли, угловые размеры при этом близки к наименьшим. Вариант (с) верен.

В созвездии Рыб Солнце наблюдается с середины марта по середину апреля. В пункте указана дата, отстоящая от этого интервала приблизительно на полгода. Таким образом, для того, чтобы Венера 12 сентября могла наблюдаться в Рыбах, она должна была бы оказаться в противоположной относительно Солнца точке неба, что невозможно, поскольку Венера является внутренней относительно Земли планетой. Следовательно, вариант (d) верен.

Полная Луна находится в противоположной от Солнца области неба для земного наблюдателя. Венера — внутренняя планета, поэтому она не может удаляться от Солнца дальше, чем на 90° (на самом деле не более чем на $\approx 47^\circ$), поэтому Венера не может оказаться в той же части неба, что и полная Луна. Следовательно, такое покрытие невозможно, вариант (e) неверен.

Меркурий также является внутренней планетой и всегда находится на небе рядом с Солнцем, которое находится в Змееносце в первой половине декабря. Осталось вспомнить, что в Южном полушарии Земли декабрь — летний месяц, и сделать вывод, что утверждение (f) неверно.

3. Планетарная туманность, находящаяся на расстоянии 300 парсек от Солнца, имеет угловой диаметр 8 угловых минут. Найдите ее радиус, выразив его в парсеках.

Решение (8 баллов):

Решать задачу можно многими разными способами, но наиболее удобным будет следующий.

Как известно, в одном радиане содержится $2 \cdot 10^5$ угловых секунд (точнее 206 265, но нам сейчас такая точность не нужна). Поэтому угловых минут в радиане в 60 раз меньше, примерно $3.4 \cdot 10^3$. Радиан по определению — угол, стягивающий дугу окружности с длиной, равной радиусу, поэтому радиус планетарной туманности в $\frac{3.4 \cdot 10^3}{4} \approx 860$ раз меньше расстояния до нее. Получаем, что радиус туманности равен 0.35 парсека.

4. Выберите верные утверждения из списка ниже:

- (a) Юлианский календарь был введен Папой Римским Юлием III в XVI веке.
- (b) Григорианский календарь был введен в Швеции раньше, чем в Италии.
- (c) Средняя продолжительность года в юлианском календаре больше, чем в григорианском.
- (d) Основным периодом, используемым в лунных календарях, является сидерический месяц.
- (e) В середине XIX века разница между юлианским и григорианским календарями составляла 12 суток.
- (f) Ближайший к нам в будущем год, продолжительность которого в юлианском и григорианском календарях будет разной, будет в XXII веке.

Решение (8 баллов):

Правильные ответы: с,е.

На самом деле григорианский календарь действительно был введен в XVI веке, но Папой Григорием XIII (имя которого и получил). Юлий III существовал (и действительно был Папой в соответствующем веке), но к реформе календаря никакого отношения не имел, утверждение (a) неверно.

Поскольку новый календарь был введен главой католической церкви, то страны, где доминировали другие христианские конфессии, перешли на новый календарь существенно

позже Италии. В частности, лютеранская Швеция перешла на новый календарь только в 1753 году. Утверждение (b) неверно.

Разница между юлианским и григорианским календарем в том, что 3 из каждых 400 лет в григорианском календаре на сутки короче, чем в юлианском. Тем самым средняя продолжительность года в юлианском календаре больше, утверждение (c) верно.

Все лунные (а также лунно-солнечные) календари привязаны к периоду смены фаз Луны, поскольку именно это явление можно непосредственно наблюдать. Этот период называется синодическим месяцем, утверждение (d) неверно.

Последний на данный момент год, продолжительность которого различалась в юлианском и григорианском календарях — 1900 (такими являются годы, номера которых делятся на 100, но не делятся на 400). Сейчас разница составляет 13 суток, соответственно, в XIX веке (как раз в 1900-м году и закончившемся) она была на сутки меньше. Утверждение (e) верно.

Следующий год, продолжительность которого в двух календарях будет разной — 2100. Однако это последний год XXI века, утверждение (f) неверно.

5. Вам предлагается несколько утверждений. Для каждого из них выберите, согласны Вы с ним («да») или нет («нет»), можно также выбрать вариант «не знаю».

- (a) Чем выше Солнце поднимается в Петербурге в течение дня, тем севернее оно заходит.
- (b) При наблюдении с Земли угловой размер Луны меняется больше, чем угловой размер Солнца.
- (c) Чем ближе наблюдатель к экватору, тем большее количество звёзд, пересекающих горизонт, он может увидеть.
- (d) Луна — единственный спутник в Солнечной системе, обращённый к своей планете одной стороной.
- (e) Чем ближе наблюдатель находится к северному географическому полюсу Земли, тем ближе Северный полюс мира к точке севера.
- (f) Фаза Луны, похожая на букву «С», в Южном полушарии наблюдается вечером.
- (g) В Южном полушарии не бывает полярных сияний.
- (h) В Мурманске на Новый год может произойти солнечное затмение.

Решение (8 баллов):

- (a) Да. Чем больше полуденная высота Солнца, тем выше по отношению к небесному экватору находится суточная параллель Солнца, тем ближе к точке севера оказываются точки восхода и захода. Утверждение верно не только для Петербурга, но и для любой другой точки в Северном полушарии Земли, находящейся между Северным тропиком и Северным полярным кругом.
- (b) Да. Относительное изменение расстояния до Луны существенно больше (и из-за большего эксцентриситета орбиты Луны вокруг Земли по сравнению с эксцентриситетом орбиты Земли вокруг Солнца, и из-за того, что Луна ближе к Земле, и ее наблюдение из разных точек земной поверхности приводит к большему относительному изменению расстояния).
- (c) Да. В пределе на экваторе восходящими и заходящими (т.е. пересекающими горизонт) будут все звезды.
- (d) Нет. Более того, спутники, для которых это не так, встречаются относительно редко, а среди крупных их нет совсем.

- (e) Нет. Чем ближе наблюдатель находится к северному географическому полюсу Земли, тем больше для него высота Северного полюса мира (которая равна широте места наблюдения), а это еще и угловое расстояние между полюсом мира и горизонтом. Поскольку точка севера находится на горизонте, расстояние до нее увеличивается.
- (f) Да. Можно вспомнить ситуацию для Северного полушария и учесть, что для наблюдателя в Южном полушарии движение объектов происходит в обратном направлении.
- (g) Нет. Полярные сияния наблюдаются в окрестности магнитных полюсов Земли, а их два — один в Северном полушарии, другой — в Южном.
- (h) Нет. В конце декабря и начале января в Мурманске полярная ночь, Солнце в принципе не видно, соответственно, и солнечные затмения наблюдаться не могут.