

**XXV Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада**
отборочный тур, решения

2017–2018

**15 декабря
18 января**

7–8 классы

1. 29 января наблюдатель на экваторе в пункте с долготой 30° в.д. наблюдал полную Луну в зените. Его коллега в пункте с долготой 60° з.д. наблюдал в это же время Марс в зените. В каком созвездии находится Марс в этот момент?

Решение (8 баллов):

В том случае, если считать данные в задаче условия идеально точными, ответ оказывается парадоксальным — описанная ситуация невозможна. В самом деле, полная Луна (кстати, в этом случае должно наблюдаться лунное затмение) находится в точке неба, диаметрально противоположной Солнцу, и это означает, что Солнце в указанный момент находится в надире. Однако если на экваторе Солнце находится в надире, то оно в этот момент пересекает небесный экватор и, следовательно, происходит равноденствие, либо весеннее, либо осеннее (которые в любом случае не происходят 29 января).

Если же считать описание приближенным (как оказалось в результате проверки, подавляющее большинство участников основную деталь задачи не заметило), то возможны два варианта: либо Луна не в точности полная, либо она не совсем в зените. Первое предположение не позволяет дать сколько-нибудь однозначный ответ на вопрос задачи, а из второго следует, что Луна находится в кульминации.

Расстояние по долготе между пунктами составляет $60^\circ + 30^\circ = 90^\circ$. В момент наблюдения угол между Луной и Марсом также составляет около 90° , этому же значению примерно равен угол между направлением на Солнце и на Марс, поскольку Солнце и Луна в момент полнолуния находятся в приблизительно противоположных точках небесной сферы. Марс, находящийся на эклиптике, расположен в пределах созвездия, в котором Солнце окажется через четверть года с 29 января. 29 января Солнце находится в Козероге, через 3 месяца оно будет в созвездии Овна.

Следует заметить, что никаких ограничений на наблюдение Марса в зените (у другого наблюдателя) нет, поскольку широта этого наблюдателя, в отличие от наблюдавшего Луну, неизвестна, поэтому делать вывод, что Марс находится на небесном экваторе (т.е. в районе точек равноденствия), нельзя. Отметим также, что участник, вспомнивший «астрологическую» информацию о датах нахождения Солнца в том или ином зодиакальном созвездии, может заменить Козерога на Водолея, а Овна, соответственно, на Тельца.

2. При исследовании центра Галактики была получена карта центральной области размером 30×30 пк. Известно, что расстояние до центра Галактики равно 8.3 кпк. Какие угловые размеры (в угловых минутах) имеет данная область?

Решение (8 баллов):

По определению парсека с такого расстояния отрезок длиной в одну астрономическую единицу виден под углом в $1''$. Поскольку расстояние в данном случае в 8300 раз больше, то и угол $1''$ будет соответствовать расстоянию 8300 а.е. Так как в одном парсеке примерно 200 000 а.е., то $1''$ на данном расстоянии — это примерно 0.04 парсека. Размер области на карте в $30/0.04 = 750$ раз больше, следовательно, ее угловые размеры должны составлять $750'' = (750/60)' \approx 12'$.

Если Вы умеете выражать углы в радианах, то можете решить задачу и другим способом. Поскольку линейные размеры области малы по сравнению с расстоянием до нее, то угловые размеры стороны области в радианной мере определяются как $\alpha = \frac{a}{L}$, где L — расстояние до центра Галактики, a — длина стороны области в линейной мере. $\alpha = \frac{30 \text{ пк}}{8.3 \cdot 10^3 \text{ пк}} = 3.6 \cdot 10^{-3}$. В одном радиане примерно $57^\circ.3$ или $57.3 \cdot 60$ угловых минут. Таким образом, искомая величина равна произведению полученного выше результата в радианах на количество угловых минут в радиане $\alpha = 3.6 \cdot 10^{-3} \cdot 57.3 \cdot 60 \approx 12'$. Значит, угловые размеры области равны $12' \times 12'$.

3. У какой из двух планет — Марса или Нептуна — больше будет отличаться минимально возможная и максимально возможная яркость при наблюдении с Земли? Почему?

Решение (8 баллов):

Так как обе планеты — внешние, то они всегда наблюдаются практически в полной фазе. Таким образом, отличие их яркости будет связано практически только с изменением расстояния от них до Земли от минимально до максимально возможного, причем чем больше отношение расстояний, тем больше разница. Марс находится несколько дальше от Солнца, чем Земля, и максимальное расстояние до него (в соединении) в 4 раза больше минимального (в противостоянии). Нептун, наоборот, находится далеко от Солнца, так что можно считать, что расстояние от него до Земли практически не меняется при движении планет. Следовательно, звездная величина Марса будет довольно сильно меняться при разных его конфигурациях, а звездная величина Нептуна меняться практически не будет.

К этому следует добавить, что Марс, радиус орбиты которого сравним с радиусом орбиты Земли, в отличие от Нептуна, все же показывает заметную смену фаз (минимально возможная фаза Марса равна около 0.85). Учет этого факта только усиливает полученный выше ответ.

4. Известно, что Юпитер находится в 5 раз дальше от Солнца, чем Земля, его диаметр в 10 раз больше земного, а сутки на нем длятся 10 земных часов. Представьте, что к поверхности Земли и Юпитера (к экватору) прикрепили концы длинных нерастяжимых веревок, а вторые их концы протянули к Солнцу. В результате вращения планет веревки будут наматываться на планеты. Какая из планет наматывает на себя свою веревку быстрее? Юпитер можно считать твердым (т.к. условие задачи сумасшедшее, то будем считать, что твердая поверхность Юпитера также имеет право на существование).

Решение (8 баллов):

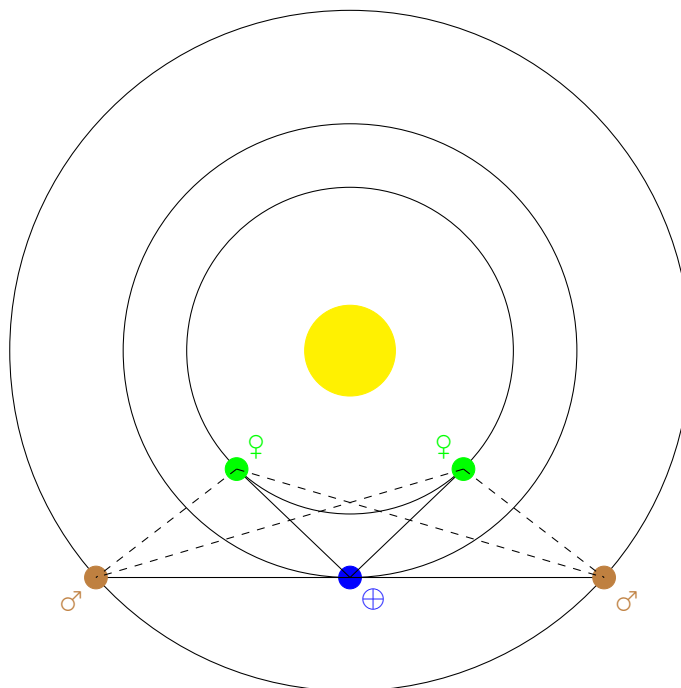
Длина каждой веревки будет уменьшаться с той же скоростью, с которой будет двигаться точка на экваторе соответствующей планеты. Поскольку известно, что длина окружности пропорциональна ее диаметру, это означает, что скорость наматывания веревки на Юпитер будет в $10 \times (24/10) = 24$ раза больше, чем на Землю. Поскольку при этом Юпитер всего в 5 раз дальше от Солнца, чем Земля, он и наматывает свою веревку быстрее (примерно в 5 раз).

5. Определите возможные расстояния между Марсом и Венерой, когда Марс находится в квадратуре, а Венера в максимальной элонгации. Орбиты планет можно считать круговыми и лежащими в одной плоскости.

Решение (8 баллов):

Начать решение следует с выяснения, чему равны радиусы орбит планет (или большие полуоси орбит, которые можно принять равными радиусам, поскольку орбиты по условию можно считать круговыми). Окажется, что у Венеры это 0.72 астрономических единицы, а у Марса — 1.5 а.е. Если Вы знаете теорему Пифагора или даже умеете пользоваться тригонометрией, то можете вычислить ответы, однако существенно проще будет просто построить две орбиты в масштабе с помощью циркуля, выбрать положение Земли (без которого

понятия максимальной элонгации и квадратуры теряют смысл) и построить на чертеже искомые отрезки, после чего измерить их длину линейкой.



Как видно из рисунка, у задачи существует два решения (всего возможных взаимных расположений планет четыре, но каждые два из них дают одинаковый результат). Измеряя соответствующие отрезки (на рисунке они изображены пунктиром) линейкой, получаем, что расстояние может равняться либо 1.7 а.е., либо 0.8 а.е.