



XXII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур, решения

2015

1
марта

5–6 классы

Ниже размещено изображение диска Солнца, по которому проходит планета. Назовите эту планету и обоснуйте свой ответ. Считая, что планета пересекает диск Солнца по диаметру, оцените время, за которое она пересечет весь диск.

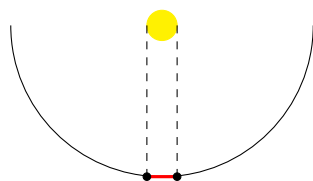


Решение:

Сразу заметим, что снимок сделан с Земли, на что указывает наличие в кадре шпиля (это шпиль Тадж-Махала) и вороны ☹. Так как планета проходит по диску Солнца, то эта планета — внутренняя (расположенная ближе к Солнцу, чем Земля), т.е. либо Венера, либо Меркурий. Для того, чтобы сделать выбор из этих двух вариантов, надо определить размер планеты и/или расстояние до нее. Размер изображения планеты на рисунке в 36 раз меньше размеров изображения Солнца. Вспомним, что Венера по своим истинным размерам примерно равна Земле, а Меркурий меньше Земли и ближе к Солнцу, чем Венера. Определим, на каком расстоянии от Земли планета, похожая на Землю, будет казаться в 36 раз меньше Солнца. Известно, что на земном небе Луна, которая в реальности примерно в 4 раза меньше Земли, по видимому размеру совпадает с Солнцем. Для того, чтобы Луна казалась в 36 раз меньше Солнца, ее нужно отдалить от Земли на расстояние в 36 раз большее, чем сейчас. Так как Земля в 4 раза больше

Луны, то планету размером с Землю нужно отнести от Земли еще дальше, на расстояние в $36 \cdot 4 = 144$ раз большее истинного расстояния от Земли до Луны. Известно, что расстояние от Земли до Луны примерно в 400 раз меньше, чем расстояние от Земли до Солнца (т.е. астрономической единицы, а.е.). Следовательно, расстояние до планеты, если она размером с Землю, должно быть примерно $144/400 = 0.36$ а.е. Так близко к Земле может подходить только Венера. На самом деле, когда Венера пересекает диск Солнца, она подходит к Земле даже ближе, ошибка в оценке расстояния связана с неточностью измерений по картинке. Для того, чтобы Меркурий, который меньше Венеры, был такого же видимого размера, как она, он должен был бы оказаться еще ближе к Земле, чего быть не может. Следовательно, на картинке изображена Венера.

Оценим, за какое время Венера пересечет диск Солнца по диаметру. Так как размер Солнца по сравнению с размером орбиты Венеры очень мал (можно вспомнить, что Солнце с Земли видно под углом 0.5° , а Венера может отходить на небе от Солнца аж на 47°), то можно считать, что Венера должна пройти по своей орбите расстояние, равное диаметру Солнца (см. рисунок).



Осталось определить скорость, с которой Венера движется по своей орбите. Известно, что, чем ближе планета к Солнцу, тем больше скорость ее движения по орбите. Таким образом, у Венеры скорость больше, чем у Земли, но для оценки можно считать, что Венера движется по орбите с такой же скоростью, как Земля (это похоже на правду, т.к. орбиты этих планет расположены достаточно близко друг к другу). Один способ оценки времени: можно вспомнить, что орбитальная скорость Земли равна 30 км/с, а диаметр Солнца 1400000 км, тогда искомое время равно $1400000/30 \approx 13$ часов. Другой способ: можно вспомнить, что диаметр Солнца примерно в 100 раз меньше радиуса орбиты Земли и, следовательно, примерно в $2 \cdot \pi \cdot 100 \approx 600$ раз меньше, чем длина орбиты Земли. Земля проходит свою орбиту за год, т.е. примерно за 365 суток, следовательно искомое время $365/600 \approx 0.6$ суток, или примерно 14 часов.