



XXVIII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
отборочный тур, решения

2021
до 15
января

5–6 классы

1. Астероид (518) Халва вращается вокруг Солнца, совершая полный оборот за 4.03 земных года. Вокруг своей оси астероид совершает оборот за 14.3 часа. Определите продолжительность года на астероиде в единицах суток на астероиде.

Решение (8 баллов):

Вычислим продолжительность года на астероиде в часах:

$$T = 4.03 \cdot 365.2422 \cdot 24 \approx 35326 \text{ часов.}$$

Теперь поделим полученное число на период обращения астероида вокруг своей оси:

$$N = \frac{35326}{14.3} \approx 2470 \text{ сут.}$$

Следует заметить, что период обращения вокруг своей оси (звёздные сутки) и солнечные сутки на самом деле будут различаться. Для Земли это различие составляет чуть менее 4 минут. С увеличением расстояния до Солнца эта разница будет уменьшаться, для рассматриваемого астероида она не будет превышать минуты, поэтому с учетом точности исходных данных эту разницу можно не учитывать.

2. Выберите созвездия, в которых Луна может находиться при наблюдении с Земли.

- (a) Кит
- (b) Орион
- (c) Дева
- (d) Лебедь
- (e) Южная Корона
- (f) Северная Корона

Решение (8 баллов):

Заметим, что любые созвездия, находящиеся на эклиптике как видимом пути Солнца по небу в течение года, Луна посетить может, поэтому в созвездии Девы Луна может наблюдаться. Созвездие Кита находится немного ниже эклиптики, рядом с созвездиями Тельца, Овна и Рыб, в некоторых точках почти касаясь эклиптики. Поскольку Луна может отклоняться от эклиптики чуть более чем на 5° , поэтому в созвездие Кита она может заходить. Например, в 2021 году это произойдет ближе к середине апреля. Созвездие Ориона также расположено своей верхней частью недалеко от эклиптики, что позволяет Луне изредка появляться в этом созвездии (например, в начале января 2031 года).

Созвездия Лебеда и Северной Короны расположены более чем на 30° севернее эклиптики, созвездие Южной Короны находится более чем на 10° южнее эклиптики, поэтому Луна в этих созвездиях оказаться не может.

Правильные ответы: (a), (b), (c).

3. Спутник некоторой экзопланеты находится в 2 раза ближе к своей планете, чем Луна к Земле, и имеет период обращения в 6 раз меньший, чем период обращения Луны вокруг Земли. Во сколько раз орбитальная скорость этого спутника больше орбитальной скорости Луны?

Решение (8 баллов):

Будем считать орбиты круговыми. В таком случае скорость постоянна и равна частному от деления пройденного пути на время. Пусть S — длина орбиты спутника экзопланеты, тогда $2S$ — длина орбиты Луны, поскольку длина окружности прямо пропорциональна ее радиусу. Период обращения спутника экзопланеты равен T , тогда период обращения Луны равен $6T$.

Скорость движения спутника экзопланеты:

$$V_1 = \frac{S}{T},$$

скорость движения Луны

$$V_2 = \frac{2S}{6T} = \frac{1}{3} \cdot \frac{S}{T} = \frac{1}{3}V_1.$$

Поэтому скорость спутника в 3 раза больше скорости Луны.

4. Выберите верные утверждения о наблюдениях с поверхности Земли объектов в Солнечной системе.

- (a) Венера не может быть выше всего над горизонтом в полночь.
- (b) Если Венера наблюдается в созвездии Девы, то Меркурий может находиться в созвездии Овна.
- (c) Марс и Юпитер могут находиться в противоположных точках неба для земного наблюдателя.
- (d) Полная Луна может закрыть Меркурий.
- (e) Юпитер и Меркурий можно увидеть невооружённым глазом.
- (f) Луна в фазе третьей четверти может закрыть Сатурн.

Решение (8 баллов):

- (a) Венера — внутренняя (относительно Земли) планета Солнечной системы. Радиус ее орбиты таков, что Венера в своем видимом движении для земного наблюдателя не может отклоняться от Солнца дальше, чем на 50° . Солнце в полночь ниже всего под горизонтом, выше всего в этот момент находится противоположная Солнцу область неба, в которой Венера находится не может.

Заметим, что в условии не сказано, истинная рассматривается полночь или же полночь по гражданскому времени. Тем не менее отклонение даже на пару часов не приведет к изменению результата.

- (b) Определим относительное расположение созвездий Девы и Овна. Вспомним, что в Овне Солнце находится весной, а в Деве — осенью. Это означает, что созвездия находятся в приблизительно противоположных областях неба.

Венера и Меркурий — внутренние планеты Солнечной системы. Даже если они находятся по разные стороны от Солнца для земного наблюдателя, то так как не могут удаляться от Солнца дальше чем на 50° , то и друг от друга они располагаются не дальше 100° . Следовательно, в противоположных частях неба планеты оказаться не могут.

(с) Такая ситуация возможна. Если пренебречь наклоном орбит планет, то, поскольку периоды обращения Марса и Юпитера не кратны, может наступить момент одновременного противостояния Юпитера и верхнего соединения Марса, то есть Юпитер будет находиться в противоположной относительно Солнца точке, Марс же при этом может быть строго за Солнцем.

Если же считать, что орбиты наклонены к эклиптике, то вопрос становится более сложным: в противоположных точках для земного наблюдателя планеты могут находиться, только если окажутся в плоскости эклиптики, то есть в точках пересечения своей орбиты с плоскостью земной орбиты. Эти точки для двух планет не обязательно расположены так, чтобы Земля могла в некоторый момент оказаться строго между ними. Тем не менее, поскольку в настоящих планетных системах плоскости орбит поворачиваются со временем, то описанная в задании ситуация становится принципиально возможной.

(d) Луна наблюдается в полнолунии, когда находится в противоположной области неба относительно Солнца. Меркурий является внутренней планетой, поэтому не может существенно удаляться от Солнца для земного наблюдателя, поэтому он не может быть закрыт полной Луной.

(e) Юпитер является одним из наиболее ярких объектов земного неба. Меркурий обычно виден хуже, его удается наблюдать в сумерки, но при этом в моменты максимальной яркости его можно с надежностью наблюдать невооруженным глазом.

(f) Когда Луна находится в фазе третьей четверти, то направление на нее и на Солнце составляет примерно 90° . Сатурн как внешняя планета может удаляться от Солнца на такое расстояние, поэтому описанная в задаче ситуация возможна.

Таким образом, верные утверждения здесь (a), (c), (e), (f).

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) В Южном полушарии Земли Солнце движется с запада на восток.

(b) Обратная сторона Луны никогда не освещается Солнцем.

(c) В один календарный месяц может случиться два полнолуния.

(d) Сириус не является самой яркой звездой Северного полушария.

(e) В том календаре, по которому мы сейчас живём, каждый четвертый год — високосный.

Решение (8 баллов):

(a) В Южном полушарии Земли Солнце движется с запада на восток: нет.

Вне зависимости от полушария та сторона горизонта, где светила восходят, называется востоком, где заходят — западом.

(b) Обратная сторона Луны никогда не освещается Солнцем: нет.

Например, в моменты вблизи новолуния, когда видимая сторона Луны почти не освещена, обратная сторона Луны освещается Солнцем.

(c) В один календарный месяц может случиться два полнолуния: да.

Период повторения фаз Луны составляет чуть больше 29.5 дней. Если в месяце 30 или 31 день и при этом полнолуние пришлось на 1-е число, то 29–30 числа того же месяца произойдет второе полнолуние. Описанную ситуацию принято называть «голубой Луной» (хотя цвет Луна при этом, естественно, не меняет).

- (d) Сириус не является самой яркой звездой Северного полушария: да.
Сириус находится в Южном полушарии неба.
- (e) В том календаре, по которому мы сейчас живём, каждый четвертый год — високосный: нет.
Мы живем по григорианскому календарю. В нем каждый четвертый год — високосный, за исключением тех лет, номер которых делится на 100, но не делится на 400.