

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО астрономии
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП

10 класс

Время выполнения

3 астрономических часа

Задание 1. Астрономы всего мира ищут экзопланеты, расположенные в других звездных системах. Весьма вероятно, что в необъятной Вселенной будет найдена планета, которая вращается вокруг своей звезды-Солнца по сильно вытянутой эллиптической орбите, большая полуось которой составляет 1 а.е., а ось вращения перпендикулярна плоскости ее орбиты (рис. 1).

1. Чем отличается смена времен года на этой планете от смены времен года на Земле? Ответ обоснуйте.
2. Чем отличается климат на планете по сравнению с климатом Земли? Ответ обоснуйте.

Возможное решение задания № 1.

На планете смена времен года будет проходить синхронно, а не в противофазе, как на Земле (сезоны года на Земле сменяются «в противофазе», т.е. когда в северном полушарии лето, то в южном – зима). Вблизи апогея на всей планете, в обоих полушариях, синхронно, будет условная зима, а вблизи перигея – условное лето. «Условные», потому что в общепринятых понятиях на полюсах такой планеты будет вечная зима. Тогда сезоны, зависящие только от потока тепла, будут по всей планете определяться только ее положением на орбите, а значит, будут везде меняться синхронно. Климат на такой планете из-за сильно вытянутой орбиты, несмотря на одинаковую большую полуось, равную 1 а.е., будет более резким, зимы будут более холодными и долгими по второму закону Кеплера (и путь длиннее, и скорость меньше).

Задание 2. Рассмотрите удивительные фотографии астрономических явлений. Укажите для каждого рисунка, какое астрономическое явление на нем изображено.



Рисунок 1.



Рисунок 2.



Рисунок 3.

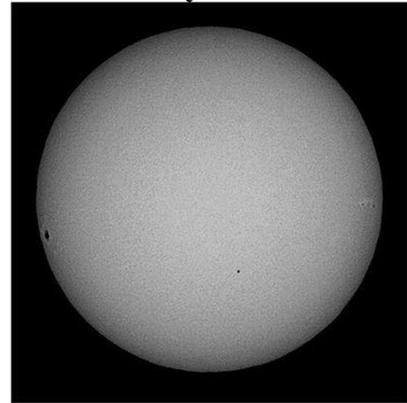


Рисунок 4.



Рисунок 5.

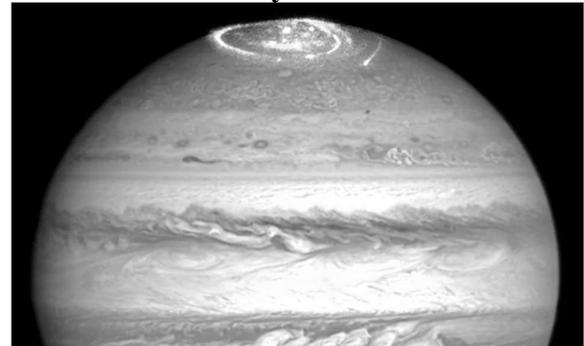


Рисунок 6.

Возможное решение задания № 2.

Рисунок 1. Явление суточного вращения неба вокруг полюса мира.

Рисунок 2. Солнечное затмение.

Рисунок 3. Последовательные фазы лунного затмения.

Рисунок 4. Прохождение Меркурия по диску Солнца.

Рисунок 5. Движение метеорного тела в атмосфере Земли (определение «метеорное тело» может быть заменено на «болид», но ошибочно называть его метеоритом, так как тело еще находится в атмосфере и может не достигнуть поверхности Земли, а также ошибочно называть его метеором).

Рисунок 6. Полярное сияние на Юпитере.

Задание 3. В исламском лунном календаре год состоит из 12 лунных месяцев, половина из которых состоит из 29 дней, половина – из 30 дней. За 30 лет в календарь вставляется 11 високосных дней. Определите, за какой промежуток времени в лунном календаре «набежит» лишний год по сравнению с григорианским календарем.

Возможное решение задания № 3.

Лунный год T_L в исламском календаре составляет 12 лунных месяцев по 29.5 дней, то есть 354 дня, плюс еще (11/30) дней за счет добавления 11 високосных суток за 30 лет. Получившееся значение (354.3667 дней) практически совпадает с продолжительностью 12 синодических лунных периодов. Но эта величина на 10.8758 дней меньше продолжительности года по григорианскому календарю T_G . Предположим, что за N григорианских лет прошло $(N+1)$ лет по лунному календарю. Тогда

$$N \cdot T_G = (N + 1) \cdot T_L; N = \frac{T_L}{T_G - T_L} = 32.58.$$

В итоге разница между исламским лунным и григорианским календарем составит целый год попростову 32.58 лет по григорианскому календарю или, то же самое, 33.58 лет по лунному календарю.

Задание 4. Небольшая планета обращается вокруг центральной звезды по круговой орбите. На каждом обороте планеты в одной и той же точке ее орбиты она тесно сближается с одной и той же кометой, которая в этот момент проходит точку апоцентра своей орбиты и располагается на небе планеты в 90° от центральной звезды. Определите эксцентриситет орбиты кометы. Орбитальные периоды планеты и кометы различаются, взаимодействием планеты и кометы пренебречь.

Возможное решение задания № 4.

Обозначим орбитальный период планеты через T . По завершению одного оборота планета возвращается в ту же точку своей орбиты. Сближения с кометой происходят строго через время T , значит, комета через этот период также возвращается в ту же точку пространства. Следовательно, комета за это время завершает целое число n оборотов вокруг звезды, и ее орбитальный период равен T/n . По условию задачи, орбитальные периоды различаются, то есть $n > 1$. В момент сближения комета находится рядом с планетой и видна на ее небе в 90° от центральной звезды. Следовательно, ее расстояние от звезды в пространстве практически совпадает с радиусом орбиты планеты R . Это же расстояние равно апоцентрическому расстоянию кометы? тогда $R = a(1+e)$. По III закону Кеплера большая полуось орбиты кометы равна $a = R \cdot (1/n)^{2/3}$. Апоцентрическое расстояние кометы составляет $R = a(1+e) = R \cdot (1/n)^{2/3}(1+e)$.

$e = n^{2/3} - 1; 0 \leq e \leq 1$. Решение существует только для одного целого n , превышающего единицу: при $n=2$ получаем $e=0.59$. Орбитальный период кометы вдвое меньше орбитального периода планеты.

Задание 5. Поезд движется со скоростью 60 км/ч на запад вдоль параллели 60° с.ш. Какую продолжительность светлого времени суток зафиксирует пассажир этого поезда 21 марта? Рефракцией пренебречь.

Возможное решение задания № 5.

Скорость суточного движения Земли направлена с запада на восток и равна

$$v_0 = \frac{2\pi R \cos \varphi}{T_0},$$

где R – радиус Земли, T_0 – период ее вращения вокруг своей

оси. На широте 60° с.ш. эта скорость составляет 835 км/ч (примерное значение при экваториальном радиусе 6380 км). Движение пассажира поезда вокруг оси Земли будет происходить на 60 км/ч медленнее, и его скорость v составит 775 км/ч, что увеличит продолжительность солнечных суток до

$$T = \frac{2\pi R \cos \varphi}{v},$$

то есть до 25,85 часов. В день весеннего равноденствия

световой день будет длиться ровно половину солнечных суток (если не учитывать рефракцию), то есть для пассажира поезда он составит $12.93^ч$ или $12^ч56^м$.

Задание 6. Различают четыре основных фазы Луны: новолуние, первая четверть, полнолуние и последняя четверть. Известно, что 23 июля 2017 года было новолуние.

4. Какая фаза у Луны наблюдалась 21 августа 2017 года? Ответ обоснуйте.

5. В какой стороне неба была видна Луна в эту дату?

6. В эту же дату наблюдалось полное солнечное затмение. Является ли это простым совпадением двух астрономических явлений? Сделайте поясняющий чертеж.

Возможное решение задания № 6.

4. 21 августа наблюдалось новолуние, так как продолжительность синодического месяца составляет 29,5 суток.

5. Луна не была видна на небе в новолуние.

6. Именно в эту дату прошло полное солнечное затмение, так как солнечные затмения происходят только во время новолуний, следовательно, совпадение двух астрономических событий является закономерным.

