

**Решения заданий муниципального этапа Всероссийской олимпиады
школьников по астрономии 2024 - 2025 учебный год**

10 класс

1. Планеты в тропиках

Почему условия видимости планет в экваториальном и тропических районах Земли, как правило, лучше, чем на более высоких географических широтах?

Решение

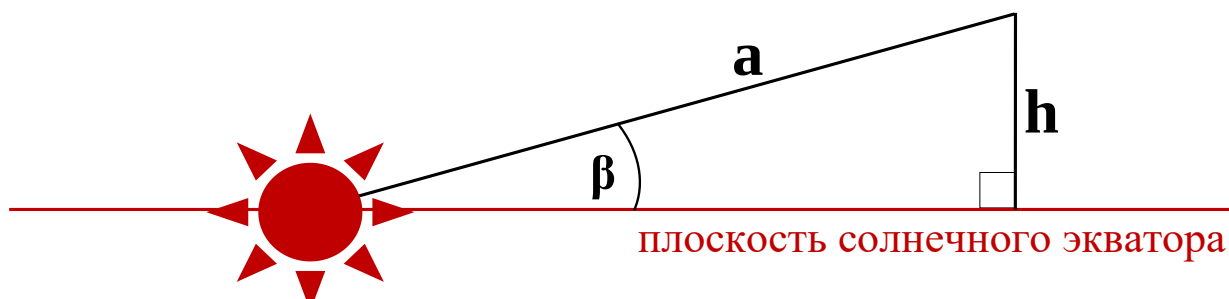
Как известно, на небе планеты всегда наблюдаются вблизи плоскости эклиптики. На наибольший угол к горизонту эклиптика наклонена как раз в экваториальном и тропических поясах нашей планеты. Это позволяет наблюдать там планеты более продолжительное время в течение ночи, на большей высоте, а также на более темном фоне неба, что особенно важно, например, для Меркурия, который никогда не удаляется на небе от Солнца на значительное расстояние.

2. Экватор Солнца и Земля

Угол между плоскостями солнечного экватора и эклиптики составляет $7,25^\circ$. На какое максимальное расстояние в пространстве удаляется Земля от плоскости экватора Солнца? Орбиту нашей планеты считать круговой.

Решение

Пусть a – радиус земной орбиты, h – максимальное пространственное удаление Земли от плоскости солнечного экватора, β – угол между плоскостью эклиптики и плоскостью экватора Солнца.



Из получившегося на рисунке прямоугольного треугольника получаем:

$$\sin \beta = \frac{h}{a}$$

Тогда искомое расстояние будет равно:

$$h = a \cdot \sin \beta = 1 \text{ à.à.} \cdot \sin 7,25^\circ \approx 0,126 \text{ à.à.}$$

Некоторые замечания по оценке задачи

Ответ на задачу достаточно представить в астрономических единицах, но по своему желанию учащийся может привести его, например, в километрах. Если при этом не будет допущено расчетных ошибок (связанных, в частности, с переводом одних единиц расстояния в другие), то задача также оценивается в полном объеме.

3. Два лунных фильтра

У любителя астрономии имеются два одинаковых лунных фильтра к телескопу, каждый из которых имеет светопропускание 50%. Из этих фильтров любитель астрономии решил сделать один более плотный фильтр, соединив оба имеющихся фильтра в единый. Каким светопропусканием будет обладать такой составной фильтр?

Решение

Как видно из условия задачи, один фильтр пропускает ровно половину из падающего на него светового потока. Тогда, если за первым фильтром поставить второй такой же фильтр, то из уже ослабленного вдвое светового потока (от 50% пройденного света) он «отрежет» еще половину. В итоге суммарное пропускание подобной склейки из двух фильтров составит 25%.

4. Заходы звезд

Первая звезда имеет экваториальные координаты $\alpha=04^{\text{h}}55^{\text{m}}$, $\delta=+02^\circ29'$, а вторая $\alpha=04^{\text{h}}44^{\text{m}}$, $\delta=+23^\circ05'$. Попробуйте высказать обоснованное предположение о том, какая из этих звезд будет раньше заходить в Костроме ($\varphi=57^\circ46'$ с.ш., $\lambda=40^\circ56'$ в.д.). Атмосферную рефракцию не учитывать.

Решение

В первую очередь надо проверить, что эти звезды являются восходящими и заходящими на нашей широте. Это можно установить, вычислив высоты верхней и нижней кульминаций этих светил при помощи соответствующих формул. Но можно исходить и из следующих соображений. Как видно, склонения рассматриваемых звезд попадают в интервал изменения склонения Солнца в течение года, при этом само Солнце в любой день года восходит и заходит в нашем городе. Значит, и обе звезды также будут восходить и заходить на широте Костромы.

Далее можно заметить, что прямое восхождение второй звезды меньше. Это означает, что она раньше пройдет свою верхнюю кульминацию, перейдя в западную часть небесной сферы, где будет постепенно двигаться к своему закату. Первая звезда, наоборот, имеет чуть большее прямое восхождение, т.е. и верхнюю кульминацию она пройдет несколько позже и, соответственно, позже начнет свое движение к закату. Однако при этом следует обратить внимание на тот факт, что прямые восхождения звезд хоть и различны, но это различие достаточно мало, а вот склонения этих светил заметно различаются, и у второй звезды гораздо бо́льшая доля ее суточной параллели располагается над горизонтом. В результате вторая звезда хоть и раньше кульминировала, но можно с большой долей уверенности сказать, что зайдет она позже первой.

Некоторые замечания по оценке задачи

В своих рассуждениях учащийся должен, во-первых, выяснить, что обе звезды являются восходящими и заходящими в Костроме. Во-вторых, из значений прямых восхождений звезд учащийся должен сделать вывод о том, какая из них быстрее кульминировала и раньше начала свой ход к закату, а какая позже. Наконец, в-третьих, учащийся должен обратить внимание на тот факт, что прямые восхождения звезд различаются незначительно, а склонение второй звезды, наоборот, заметно больше склонения первой звезды, т.е. у второй звезды заметно бо́льшая доля ее суточной параллели расположена над горизонтом наблюдателя. Все эти факты в совокупности дают возможность предположить, что вторая звезда зайдет позже.

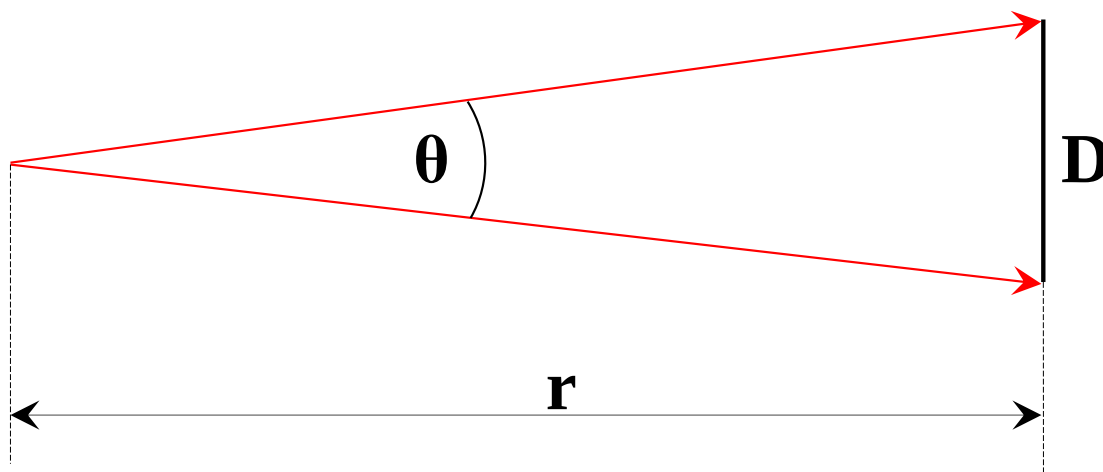
Если учащийся владеет формулами сферической астрономии и решил точно посчитать моменты захода каждой из звезд, то при правильности всех вычислений и полученного результата задача также оценивается в полном объеме.

5. Лазером по Луне

С помощью наземного телескопа лазерный луч можно дополнительно сфокусировать таким образом, чтобы он давал на поверхности Луны пятно размером около 3 км. Вычислите угол расходимости лазерного луча в этом случае. Помехами со стороны земной атмосферы пренебречь. Расстояние до Луны принять равным 384 400 км.

Решение

Сделаем небольшой рисунок, на котором через r обозначим расстояние до Луны, через D – диаметр лазерного пятна на поверхности Луны, а через θ – искомый угол расходимости лазерного пучка.



Учитывая малость угла θ , вычисления проще и быстрее сделать, если этот данный угол брать в радианном измерении. Тогда, как видно из рисунка, будет справедливым выражение:

$$\theta = \frac{D}{r}$$

Если теперь перейти к секундам дуги, то данное выражение примет вид:

$$\theta'' = 206\,265'' \cdot \frac{D}{r}$$

В результате получим значение для угла θ :

$$\theta'' = 206\,265'' \cdot \frac{3}{384\,400} = 1,6''$$

Учащийся может произвести свои вычисления, не пользуясь радианным измерением углов, а построив соответствующий прямоугольный треугольник и произведя расчеты при помощи тригонометрических функций (синуса или тангенса). Тогда при правильности всех построений, выкладок и расчетов задача также оценивается в полном объеме.

6. Два астероида

Два астероида Главного пояса движутся по своим орбитам в прямом направлении (т.е. в том же направлении, в котором Земля обращается вокруг Солнца), при этом радиус орбиты второго астероида больше радиуса орбиты первого. Противостояния какого из этих астероидов (для земного наблюдателя) происходят чаще? Свой ответ обоснуйте. Орбиты Земли и астероидов считать круговыми и лежащими в одной плоскости.

Решение

Противостояния будут наблюдаться чаще у того из астероидов, чей синодический период меньше. Если поступать строго, то можно для каждого из них составить уравнения синодического движения, в которых периоды обращения астероидов выразить через радиусы их орбит при помощи третьего закона Кеплера. Сравнения полученных уравнений позволит выяснить, что противостояния второго астероида случаются чаще.

Но к подобному выводу можно прийти и из следующих элементарных рассуждений. Т.к. радиус орбиты второго астероида больше, то он медленнее движется по своей орбите, в частности, у него меньше угловая скорость орбитального движения. Соответственно, Земле проще каждый раз «догнать» этот астероид, а те или иные конфигурации (в частности, противостояния) у этого астероида случаются чаще.