

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ

2010 год

Региональный этап – задания и решения

9 класс

1. **Условие.** Выпишите все правильные ответы на каждый из 4 вопросов:

1) Каких созвездий **нет** на современных картах звездного неба?

Возничий	Волопас	Козерог	Малый Треугольник
Стенной Квадрант	Столовая Гора	Стрелец	Телец

2) Радианты каких метеорных потоков находятся в созвездиях, **не** перечисленных в вопросе 1?

α -Ауригиды	α -Каприкорниды	Виргиниды	Геминиды
Июньские Боотиды	Квадрантиды	Сагиттариды	Тауриды

3) Какие объекты **не** входят в состав Солнечной системы?

Дамоклоиды	Лацертиды	Мириды	Моноцеротиды
Персеиды	Писциды	Урсиды	Цефеиды

4) Каких объектов **нет** в нашей Галактике?

Ахернар	Блазар	Кварвар	Кварзар
Магнетар	Мицар	Поляр	Пульсар

1. Решение и комментарии.

1) Малый Треугольник, Стенной Квадрант.

2) Виргиниды, Геминиды.

Радианты этих потоков находятся соответственно в созвездиях Девы и Близнецов.

Остальные: Радиант α -Ауригид находится в созвездии Возничего, α -Каприкорнид – в созвездии Козерога, Июньских Боотид и Квадрантид – в созвездии Волопаса, Сагиттарид – в созвездии Стрельца, Таурид – в созвездии Тельца.

3) Лацертиды, Мириды, Цефеиды.

Лацертиды – тип галактик с активным ядром, Мириды и Цефеиды – типы переменных звезд.

Остальные: Метеорные потоки, кроме: Дамоклоиды – группа астероидов.

4) Блазар, Кварзар.

Это галактики с активными ядрами (блазар – другое название лацертид).

Остальные: Ахернар и Мицар – яркие звезды, Кварвар – транснептуновый объект, Магнетар, Поляр и Пульсар – звездные остатки (поздние стадии эволюции массивных звезд).

Система оценивания. Ответ на каждый из 4 вопросов оценивается 0, 1 или 2 баллами по следующему принципу:

2 балла – правильный ответ – указаны все нужные объекты и не указан ни один лишний;

1 балл – указано не менее 1 правильного объекта, при этом количество указанных лишних объектов не превышает количество указанных правильных объектов;

0 баллов – не указано ни одного правильного объекта, либо указано большее число неправильных, нежели правильных объектов.

Итоговая оценка за выполнение задания получается суммированием оценок за ответы на 4 вопроса и составляет от 0 до 8 баллов.

2. Условие. Частное тенево лунное затмение наступило 31 декабря 2009 года и продолжалось от 18ч51м до 19ч54м по Всемирному времени. В каких районах на территории России на время затмения пришлось начало 2010 года по среднему солнечному времени? По декретному времени?

2. Решение. Всемирное время UT есть среднее солнечное время на долготе 0. Среднее солнечное время на долготе λ , выраженной в часах, равно

$$T_{cc} = UT + \lambda.$$

Исходя из этой формулы, вычислим, на каких долготах λ_1 и λ_2 новогодняя средняя солнечная полночь (24ч00м 31 декабря или 00ч00м 1 января) пришлась на моменты начала и конца частного лунного затмения:

$$\lambda_1 = 24ч00м - 18ч51м = 5ч09м,$$

$$\lambda_2 = 24ч00м - 19ч54м = 4ч06м.$$

Переводя эти величины в градусную меру, получаем $77^{\circ}15'$ в.д. и $61^{\circ}30'$ в.д. соответственно. В районах, расположенных между этими меридианами, новогодняя средняя солнечная полночь наступила по ходу затмения, что удовлетворяет первому вопросу задачи. В России между указанными меридианами располагается Зауралье (восток Свердловской и Челябинской областей), а также самые западные районы Сибири (Курганская, Тюменская, Омская области) и низовье реки Обь.

Декретное зимнее время на территории России составляет

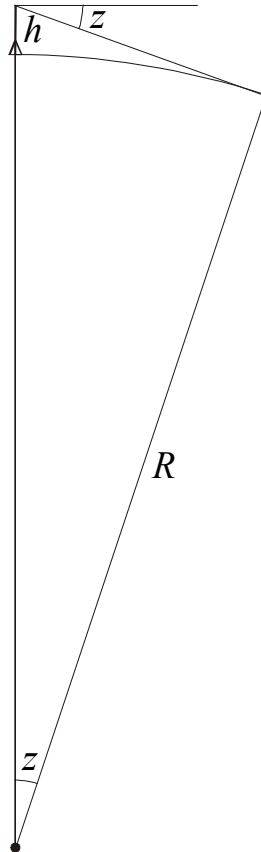
$$T_d = UT + 1 + N.$$

Здесь N – номер часового пояса, равный 2 для Москвы. На всей территории нашей страны декретное время отличается от Всемирного времени на целое число часов. Следовательно, во время лунного затмения Новый год может наступить только в один момент: 19ч по Всемирному времени. Из последней формулы легко видеть, что N при этом должно быть равно 4, и условие будет выполнено для всех регионов России, где время отличается от Московского на +2 часа. В их число входят Республика Башкортостан, Пермский край, Свердловская, Челябинская, Оренбургская, Курганская и Тюменская области, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа.

Две выделенных части территории России лишь частично совпадают друг с другом, так как декретное время существенно отличается от среднего солнечного в большинстве регионов.

3. Условие. На сколько изменяется продолжительность светового дня 21 марта для наблюдателя, поднявшегося на вершину Останкинской телебашни (высота 500 м)? Атмосферной рефракцией пренебречь.

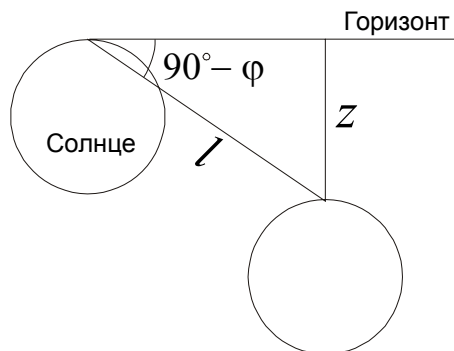
3. Решение. Определим вначале, на какую глубину под математический горизонт должен погрузиться небесный объект, чтобы оставаться видимым с высоты h над поверхностью Земли.



Как видно из рисунка, объект остается видимым, погрузившись под горизонт на угол

$$z = \arccos (R/(R+h)) = 0.72^\circ.$$

В данном случае в качестве объекта рассматривается верхний край диска Солнца. Во время равноденствия заходящее Солнце движется под углом $(90^\circ - \varphi)$ к горизонту. Здесь φ – широта места, составляющая для Останкинской башни (Москва) 56° .



Чтобы опуститься на величину z , Солнце должно пройти по небесной сфере расстояние

$$l = z / \sin (90^\circ - \varphi) = 1.29^\circ.$$

Двигаясь с угловой скоростью 15° в час, Солнце проходит это расстояние за 5 минут. Утром Солнце восходит на 5 минут раньше. В итоге, долгота дня на вершине Останкинской башни увеличивается на 10 минут.

4. Условие. Астероид ежегодно сближается с Землей, находясь в это же время в точке афелия своей вытянутой орбиты. Найти расстояние астероида от Солнца в точке перигелия его орбиты. Считать орбиту Земли круговой.

4. Решение. По истечению интервала времени в один год Земля возвращается в ту же точку своей орбиты. В ее окрестности находится точка афелия орбиты астероида, куда он также ежегодно возвращается. Следовательно, один год содержит натуральное число n орбитальных периодов астероида. Обозначив интервал времени в один год через T , получаем, что орбитальный период астероида составляет T/n . По III закону Кеплера получаем значение большой полуоси орбиты астероида:

$$a = a_0 (1/n)^{2/3}.$$

Здесь a_0 – радиус орбиты Земли и афелийное расстояние астероида. Тогда его перигелийное расстояние будет равно

$$p = 2a - a_0 = a_0 (2(1/n)^{2/3} - 1).$$

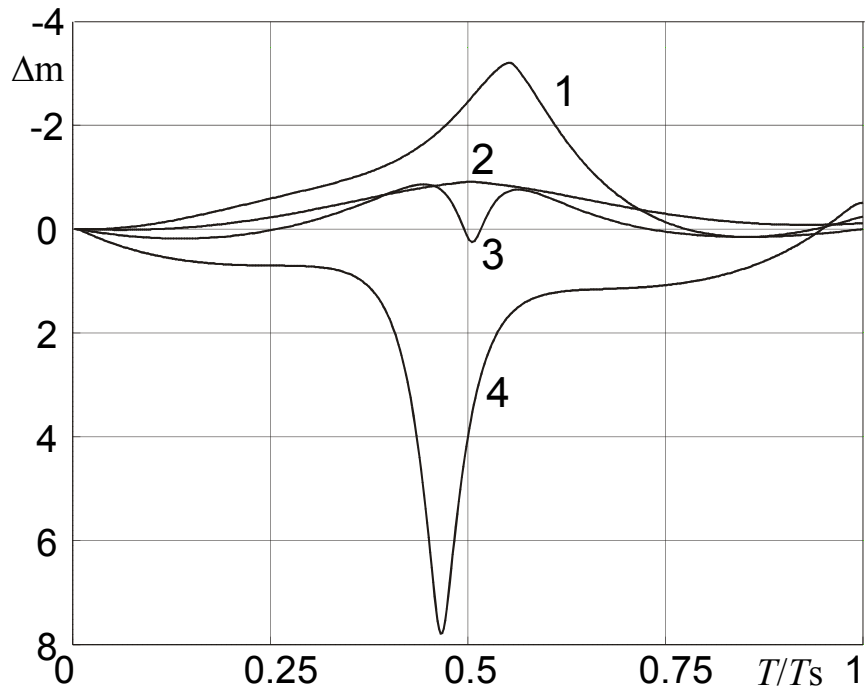
Выясним, какие значения может принимать число n . Подстановка $n = 1$, очевидно, дает $p = a_0$, что соответствует круговой орбите астероида, практически совпадающей с орбитой Земли. Такая орбита не будет устойчивой, так как астероид будет постоянно находиться рядом с Землей. К тому же, это противоречит условию задачи. Если принять $n = 2$ и орбитальный период астероида 0.5 года, то мы получаем значение перигелийного расстояния p : 0.26 а.е. Это и будет единственным ответом на задачу, так как для целых $n > 2$ величина p окажется отрицательной.

5. Условие. Описывая мощнейший метеорный дождь Леонид в 1833 году (активность – 150 000 метеоров в час), очевидец рассказывает, что от летящих по всему небу метеоров в течение часа было светло, как в лунную ночь. Справедливо ли это утверждение?

5. Решение. Для оценки вклада яркости метеоров вспомним, что полет каждого метеора обычно продолжается около секунды и даже короче. Реже наблюдаются метеоры, летящие несколько секунд. Взяв «оценку сверху», примем среднюю продолжительность явления метеора за 2 секунды или 1/1800 часа. За этот интервал в эпоху вспышки Леонид на небе появятся еще 150000/1800 или около 80 метеоров. Иными словами, в любой момент времени на небе наблюдались сразу 80 метеоров из потока Леониды.

Метеоры имеют разную яркость. Слабых метеоров больше, чем ярких, и для оценки мы вполне можем считать, что распределение метеоров по яркости такое же, как у звезд на небе. Тогда получается, что в эпоху вспышки Леонид 1833 года к 3000 звезд, видимых на небе невооруженным глазом, добавилось еще 80. Очевидно, что несмотря на всю редкость и масштабность явления, метеоры не приведут к существенному изменению яркости фона ночного неба и, тем более, их вклад не может быть сравним с полной Луной. Исключения могут составлять явления ярких болидов, но здесь речь может идти лишь о коротких мгновениях, а не о целом часе. Утверждение очевидца вспышки Леонид не имеет под собой оснований.

6. Условие. На искусственном спутнике Земли проводились измерения звездной величины Меркурия, Венеры, Марса и Юпитера. Измерения для каждой планеты начиналось и заканчивалось в соединении (для внутренних планет – в верхнем соединении) и проводились в течение ее синодического периода. Вам предоставлен сводный график изменения звездной величины планет. По оси абсцисс откладываются доли синодического периода; по оси ординат – изменение звездной величины по сравнению со значением в (верхнем) соединении. Определите, какой планете какая кривая соответствует. Ответ обосновать.



6. Решение. На звездную величину планет влияют два фактора: расстояние от Земли и Солнца и фаза, в которой планета находится. В начальный момент времени планеты находятся на максимальном удалении от Земли, но их фаза максимальна. В противостоянии внешние планеты Марс и Юпитер опять будут в полной фазе. Венера и Меркурий в середине периода окажутся в нижнем соединении и будут повернуты к наблюдателю практически полностью темной стороной. Отсюда можно сделать вывод, что кривые 3 и 4, которые имеют минимум в середине синодического периода, соответствуют Венере и Меркурию.

В отличие от Меркурия, Венера имеет атмосферу, что заметно ослабляет «фазовый эффект». Кроме этого, Венера вблизи нижнего соединения подходит достаточно близко к Земле, что дополнительно компенсирует уменьшение яркости из-за фазы. В результате, ее блеск в это время падает не так сильно, как у Меркурия. Следовательно, Венере соответствует кривая 3, а Меркурию – кривая 4 на рисунке.

Фаза внешних планет в соединении и противостоянии близка к единице, поэтому изменение блеска происходит, прежде всего, за счет изменения расстояния между планетой и Землей. У Юпитера это расстояние изменяется не столь существенно, поэтому и амплитуда колебаний блеска невелика. Следовательно, Юпитеру соответствует кривая 2, а Марсу – кривая 1 на рисунке.

Асимметрия кривых изменения блеска связана с эллиптичностью планетных орбит. Особенно хорошо это заметно для кривых изменений блеска Меркурия (4) и Марса (1).