

Районный этап  
Всероссийской олимпиады  
по астрономии  
Санкт-Петербург

2016  
28  
ноября

8–9 классы

1. Астероид 4732 Froeschle покрыл слабую звезду ТУС 0522-00906-1 в созвездии Дельфина 7 августа 2016 года в 21 час 30 минут UTC. Определите, в какой день недели это событие наблюдалось в Петербурге.

**Решение:**

Поскольку предполагается, что все участники твердо помнят, что пишут тур 28 ноября 2016 года и это понедельник, мы воздержимся от детального описания методов выяснения, каким днем недели было 7 августа того же года. Можно, если не лень, просто нарисовать у себя в работе табель-календарь на август и три осенних месяца. Результат, который при этом должен получиться — воскресенье.

Однако это не ответ задачи, и вот почему. UTC (всемирное координированное время) — это, если не вдаваться в некоторые несущественные для нас сейчас частности, среднее солнечное время Гринвичского меридиана, от которого на Земле принято отсчитывать долготы. Петербург находится на долготе  $30^\circ$ , следовательно, его местное поясное время должно отличаться от гринвичского на два часа (вперед). Однако в России действует т.н. «декретное время», из-за которого часы на всей территории России сдвинуты еще на один час вперед. Все то же самое можно выразить короче, сказав, что Петербург относится к часовому поясу UTC+3.

Стало быть, это означает, что в Петербурге в это время было  $21^h30^m + 3^h = 24^h30^m$ , т.е.  $0^h30^m$  уже следующих суток, т.е. в Петербурге покрытие состоялось уже 8 августа. Следовательно, ответ на вопрос задачи — понедельник.

*В.В. Григорьев, М.В. Костина*

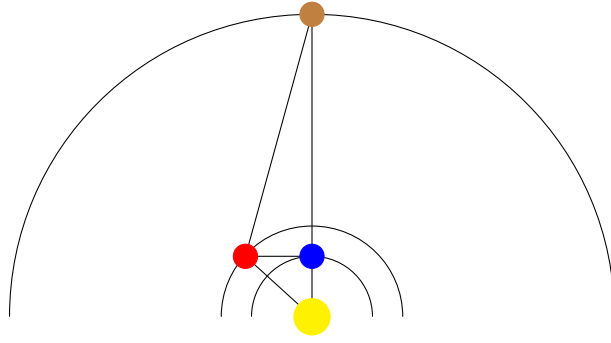
2. При наблюдении с Земли Марс находится в западной квадратуре, а Юпитер — в противостоянии. Марсианин одновременно отправил на Юпитер и на Землю радиосигнал с сообщением. Землянин получил сигнал в 12:00 по своим часам. Какое время показывали часы землянина, когда сигнал, отправленный на Юпитер, дошел туда? Марс расположен в 1.5 раза дальше от Солнца, чем Земля, а Юпитер — в 5.

**Решение:**

Говорят, что планета в противостоянии, когда она находится в противоположном Солнцу направлении при наблюдении с Земли. Квадратура — это ситуация, когда угол, образованный Солнцем, Землей и планетой, прямой. Зная это, а также тот факт, что все планеты вращаются вокруг Солнца примерно в одной и той же плоскости, изобразим описанную ситуацию на рисунке:

Тут синим цветом обозначена Земля, красным — Марс, коричневым — Юпитер, а желтым — Солнце.

Расстояние от Солнца до Земли равно (по определению) 1 астрономической единице. Тогда из рисунка очевидно, что расстояние от Юпитера до Земли — 4 а.е., а расстояния от Марса до Земли и от Марса до Юпитера можно вычислить, воспользовавшись теоремой Пифагора, они составляют  $\sqrt{1.5^2 - 1^2} = 1.1$  а.е. и  $\sqrt{4^2 + 1.1^2} = 4.1$  а.е. соответственно.



Отметим, что без вычислений можно и обойтись: вполне достаточно построить рисунок с соблюдением масштабов и измерить нужные расстояния линейкой.

Далее нужно учесть, что радиоволны распространяются со скоростью света, после чего либо вычислить время, за которое они пройдут указанные выше расстояния, либо сразу вспомнить, что свет идет от Солнца до Земли примерно 8 минут, так что скорость радиосигналов в удобных для нас сейчас единицах составляет  $(1/8)$  а.е./мин. В результате мы получим, что сигнал с Марса на Землю шел  $1.1/(1/8) \approx 9$  минут, а с Марса на Юпитер —  $4.1/(1/8) \approx 33$  минуты. Следовательно, на Юпитер он пришел на  $33 - 9 = 24$  минуты позже, чем на Землю, т.е. сигнал на Юпитер пришел в 12 : 24.

*П.В.Стрекалова, М.В.Костина*

3. Фазой небесного тела называется отношение площади освещенной области видимого диска небесного тела к площади полного диска. При какой фазе Луны ее видимая звездная величина будет на  $2^m$ .5 больше, чем в полнолунии? Поверхностную яркость освещенной части диска Луны считать постоянной.

**Решение:**

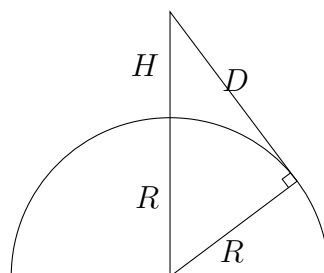
Известно, что изменение освещенности, создаваемой объектом, в 100 раз, означает изменение его блеска на  $5^m$ . Поскольку в данном случае звездная величина поменялась на  $(5/2)^m$ , то это означает, что освещенность уменьшилась (по сравнению с освещенностью в полнолунии) в  $\sqrt{100} = 10$  раз. Следовательно, должна быть освещена 0.1 часть диска, т.е. фаза равна 0.1.

*Б.Б.Эскин*

4. Для трансляции телепередач используются радиоволны метрового диапазона, прием которых возможен в зоне прямой видимости передатчика. Оцените максимальное расстояние, на котором возможен прием передач, транслируемых Санкт-Петербургской телебашней, высота которой составляет 312 м, если известно, что антенна телеприемника располагается на высоте 35 м.

**Решение:**

Пусть у нас есть башня высотой  $H$ . Расстояние  $D$ , на котором ее верхушка будет видна с поверхности Земли, можно найти из следующего рисунка



Здесь  $R$  — радиус Земли. Видно, что  $D^2 + R^2 = (R + H)^2$  (заметим, что наличием рельефа мы пренебрегаем, впрочем, в окрестностях Петербурга заметных гор действительно нет). Отсюда, располагая калькулятором, несложно вычислить  $D$ . Если же калькулятора нет, то можно сделать следующее. Перенесем первое слагаемое слева направо  $D^2 = (R + H)^2 - R^2$  и разложим выражение справа как разность квадратов. Получим  $D^2 = H(2R + H)$ .

Поскольку высота телебашни  $H$  на много порядков меньше диаметра Земли  $2R$ , вторым слагаемым в скобках можно пренебречь, и тогда

$$D = \sqrt{2RH}.$$

Подставив сюда радиус Земли (около 6400 км) и высоту телебашни (при отсутствии калькулятора можно для простоты считать, что  $H = 1/3$  км), получим  $D \approx 63$  км.

Однако у нас есть еще и телеприемник на высоте  $h = 35$  м. Впрочем, задача из-за этого становится немногим сложнее, поскольку здание с телеприемником отличается от телебашни только высотой. Для того, чтобы с вершины телебашни был виден телеприемник, нужно, чтобы одна и та же точка находилась в точности на наблюдаемом горизонте и для вершины телебашни, и для телеприемника. Соответственно, для приемника расстояние до горизонта будет равно  $d = \sqrt{2Rh}$ . Заметив, что  $h/H \approx 9$ , можно сразу же обнаружить, что  $D/d \approx 3$ . В результате суммарное расстояние от телебашни до приемника будет равно  $D + d \approx 84$  км.

*П.А.Тараканов*

5. Какую скорость сразу после старта необходимо развить ракете-носителю для того, чтобы отправить автоматическую межпланетную станцию к Юпитеру? Обоснуйте свой ответ.

**Решение:**

Вопреки обыкновению, сначала напишем ответ: любую, большую нуля.

Попытки вспомнить значения  $n$ -ых космических скоростей или оценить их в данном случае неуместны. Их можно и нужно использовать в ситуации, когда тело уже разогнано до некоторой скорости, а дальше летит без двигателей в гравитационном поле Земли/Солнца. Однако у ракеты двигатель есть (собственно, наличие ракетного двигателя и делает ракету ракетой), поэтому если двигатель будет обеспечивать движение с какой-то (пусть даже очень малой) скоростью в нужном направлении, то рано или поздно ракета доберется до места назначения.

*П.А.Тараканов*