

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Бланк заданий *Муниципальный этап, 2023*

Всероссийская олимпиада школьников

по АСТРОНОМИИ

Муниципальный этап

7 класс

Время выполнения работы – 90 мин.

Максимальное количество баллов – 48.

КРАТКИЕ РЕШЕНИЯ

Задача 1.

Находясь в средних широтах и наблюдая в сентябре Меркурий низко над горизонтом, незадолго до захода планеты, ученик заметил, что в это же время в другой стороне горизонта взошла Луна. В какое время суток это произошло?

Решение.

У Меркурия присутствует или утренняя, или вечерняя видимость (**4 балла**), при этом он не отдаляется от Солнца далее, чем на 28° , и наблюдается через несколько десятков минут после захода (или до восхода) Солнца. Поскольку Меркурий был «низко над горизонтом незадолго до захода планеты», это однозначно вечерняя видимость, вскоре после захода Солнца (**4 балла**), не более чем через час после него. Условие про средние широты «страхует» от маловероятного, но возможного варианта, когда Меркурий, обладая заметно большим склонением, чем Солнце, является в высоких широтах незаходящим (или почти незаходящим) светилом и виден длительное время после захода Солнца или перед его восходом.

Задача 2.

Рисунок 1. Снимок частного лунного затмения 28 октября 2023 года

В описании лунного затмения, произошедшего 28 октября 2023 года, на одном из интернет-сайтов было сказано: «...28 октября произойдет частное лунное затмение. Наблюдать его можно будет примерно в 22 часа, в Северном полушарии оно будет достаточно хорошо видно. Его длительность практически полтора часа. Луна в это время приобретет красноватый оттенок, так как ее частично закроет земная полутень».

На рисунке 1 приведен снимок максимальной фазы этого затмения. Исходя из него и того, что вы знаете про это явление, прокомментируйте, нет ли в описании неточностей.



Решение.

В описании есть несколько неточностей.

1. Луна во время частных фаз затмения, тем более, как видно из фотографии, весьма малых (28 октября она составляла около 0.13), практически не меняет цвет и остаётся бело-жёлтой, потемневшая часть – тёмно-серая, почти чёрная (**2 балла**). При этом можно отметить, что наблюдая затмение фотографически, красноватый оттенок затмившейся части Луны всё же может быть обнаружен.

2. Красноватый оттенок во время затмения Луна приобретает не из-за того, что её закрывает тень или полутень Земли, а из-за того, что Луну освещают только преломлённые земной атмосферой и прошедшие через неё (и оттого красные) солнечные лучи (**3 балла**).

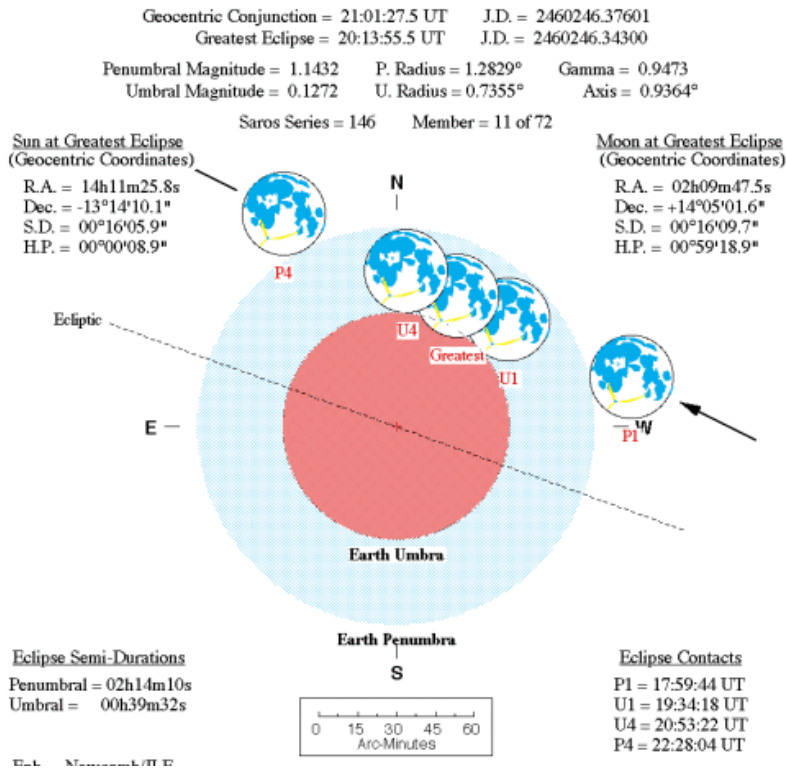
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Бланк заданий *Муниципальный этап, 2023*

3. Во время частных теневых фаз затмения Луна уже полностью погрузилась в земную полутень, а частично – в тень нашей планеты (3 балла).

Для понимания геометрии прошедшего затмения приводим его схему.

Partial Lunar Eclipse of 2023 Oct 28



Задача 3.

Наблюдая Солнце на одной из землеподобных планет, освоенных в будущем, ученик заметил, что в самый длинный день года Солнце (т.е. материнская звезда) освещает дно самого глубокого колодца, а в дату зимнего солнцестояния на 24 часа наступает полярная ночь. Определите, на какой угол наклонена плоскость экватора планеты к её орбите.

Решение.

В случае, когда «в самый длинный день года их солнце освещает дно самого глубокого колодца» речь идёт про то, что в день летнего солнцестояния полуденная высота светила равна 90° (2 балла).

В случае, когда в зимнее солнцестояние на 24 часа наступает полярная ночь, можно считать, что полуденная высота светила около 0° (2 балла). Учтя, что изменение высоты светила составляет $\Delta h = 2\varepsilon$ (это следует из формулы верхней кульминации $h = 90 - \varphi + \delta$, в первом случае $\delta = \varepsilon$, во втором $\delta = -\varepsilon$), моментально получим $\Delta h = 90^\circ$ и $\varepsilon = 45^\circ$ (4 балла).

Примечание. Внимательные участники могут увидеть в задаче отсыл к истории про определение радиуса земли Эратосфеном.

Задача 4.

Восход или заход Луны над Казанским Кремлём изображён на фото (рис 2), полученном в режиме мультиэкспозиции (когда на один кадр делается несколько снимков)?

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Бланк заданий Муниципальный этап, 2023



Рисунок 2. Луна над Казанским Кремлём.

Решение.

Поскольку Казань расположена в Северном полушарии (2 балла), то суточное движение светил по небесной сфере вблизи горизонта происходит «слева-направо» (4 балла). Поэтому на фото – восход Луны (2 балла вывод).

Примечание: без указания полушария и аргументации оценка не может быть полной даже при верном ответе. Например, просто при утверждении «это восход» за задачу не может быть выставлено более 2 баллов, при «движение слева направо, поэтому это восход» задача не может быть оценена более, чем в 6 баллов.

Задача 5.

В Солнечной системе запущен спутник. Плоскость орбиты спутника совпадает с эклиптической, эксцентриситет орбиты $e=(9/22)$, большая полуось $a=2$ а.е. Вычислите, во сколько раз меняется расстояние от Земли до спутника в противостоянии, и укажите на рисунке, почему это происходит.

Решение.

Прежде всего, требуется указать, что изменение расстояния «Спутник-Земля» в противостоянии меняется из-за разного расстояния от спутника до Солнца (аналог с великими противостояниями Марса) (1 балл), а удаление спутника от Земли равно его расстоянию до Солнца, уменьшенному на 1 а.е.

(этот вывод + верный рисунок с конфигурацией оценивается в 2 балла)

В указанном случае перигелийное расстояние спутника $q=a(1-e)$ (1 балл),

расстояние от него до Земли в противостоянии, выраженное в а.е. $r_1=q-1$ (1 балл),

афелийное расстояние спутника $Q=a(1+e)$ (1 балл),

расстояние от него до Земли в противостоянии, выраженное в а.е. $r_2=Q-1$ (1 балл).

Подставив численные значения, получим, что $r_2/r_1=10$ (1 балл ответ)

Задача 6.

Шаровое звёздное скопление состоит из 10^4 одинаковых звёзд, каждая из которых имеет видимый блеск 13^m . Видно ли оно невооружённым глазом с Земли, и в каком полушарии небесной сферы такие скопления есть в реальности?

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Бланк заданий Муниципальный этап, 2023

Решение.

Поскольку 10^4 одинаковых звёзд дают выигрыш по яркости в $100 \cdot 100$ раз, каждые 100 раз – это 5^m , то суммарный выигрыш составит 10^m (2 балла). $13-10=3^m$ – такова видимая яркость всего скопления (2 балла). Но видно невооружённым глазом (2 балла). На небе Земли нет шаровых скоплений такой яркости, ни в одном из полушарий (2 балла).

Примечание: Такой блеск сравним с яркостью звёзд созвездия Кассиопея или, если говорить о диффузных объектах, с яркостью Туманности Андромеды, видимой невооружённым глазом.

Справочные данные:

1а.е.= $1.496 \cdot 10^8$ км; 1пк=206265 а.е.

Масса Солнца $2 \cdot 10^{30}$ кг, масса Земли $6 \cdot 10^{24}$ кг, масса Марса $6 \cdot 10^{23}$ кг, масса Луны $7 \cdot 10^{22}$ кг.