

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).

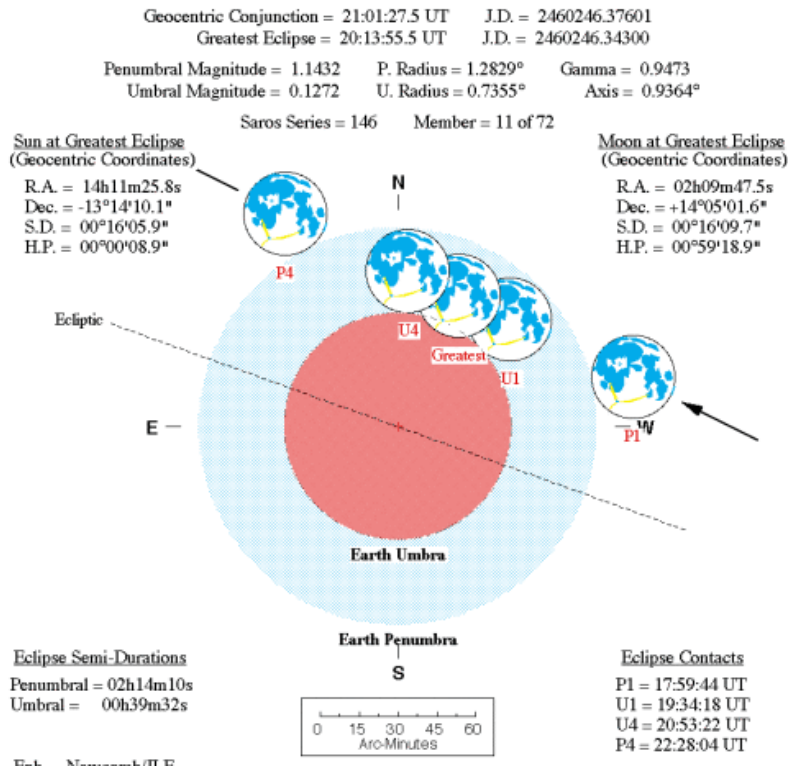
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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 эклиптикой, 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 1а.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.