

Всероссийская олимпиада по астрономии

2022/2023 учебный год

Муниципальный этап

9 класс

Краткие решения. Каждая задача оценивается в 8 баллов.

1. Ближайшее теневое лунное затмение произойдёт 28 октября 2023 года и будет частным. Оно будет видно на территории Татарстана. Будет ли оно наблюдаться на Северном Полюсе Земли?

РЕШЕНИЕ: Лунное затмение (в отличие от солнечного) видно всюду, где в момент его наступления Луна находится над горизонтом (2 балла за тезис про одновременность). Учтя, что 28 октября Солнце находится в Южном полушарии Земли, склонение его отрицательно. Поэтому склонение Луны в фазе полнолуния (т.е. находящейся для наблюдателя на Земле в протоположной Солнцу точке) положительно (2 балла за тезис про противоположность и положительность склонения). Это означает, что Луна на Северном полюсе Земли не заходит (2 балла). Поэтому затмение будет там наблюдаться (2 балла за верный вывод). Тем более, что в это время на полюсе полярная ночь.

Применение. Вариант ответа в стиле «затмение будет видно, потому что на полюсе полярная ночь» без аргументов про склонение светил не может быть оценён выше, чем в 1 балл.

2. Наблюдатель сместился из Казани в Краснодар. Как изменится при этом высота верхней кульминации Капеллы?

РЕШЕНИЕ: Поскольку склонение Капеллы в условии не дано, численно задача не решается.

Формально возможны четыре случая.

А) В Казани ВК происходит к северу, в Краснодаре - к югу от зенита.

Если при этом использовать очевидный факт, что Краснодар находится южнее Казани и имеет меньшую широту, то стане понятно, что такой вариант невозможен.

Б) В Казани ВК происходит к югу, в Краснодаре - к северу от зенита

В) И в Казани, и в Краснодаре ВК происходит к северу от зенита

Г) И в Казани, и в Краснодаре ВК происходит к югу от зенита.

(3 балла указание на то, что от азимута ВК зависит решение и перечисление всех возможных комбинаций. Если комбинация (А) приводится, но не исключается из дальнейших рассуждений, то этап оценивается в 2 балла, равно как и при отсутствии любой возможной комбинации без аргументации её исключения).

В любом случае, для решения потребуется знание формул высот ВК по обе стороны от зенита. Для ВК к югу от $Z h_{VKC} = 90 - \varphi + \delta$ (1 балл)

Для ВК к северу от $Z h_{VKN} = 90 + \varphi - \delta$ (1 балл)

Далее решение сводится просто к перебору комбинаций Б, В, Г:

Случай (Б): $\Delta h = (90 + \varphi_2 - \delta) - (90 - \varphi_1 + \delta) = \varphi_1 + \varphi_2 - 2\delta$ (в действительности реализуется именно он, но из условия понять это невозможно);

Случай (В): $\Delta h = \Delta\varphi$ (уменьшение широты приведёт к уменьшению h_{VK});

Случай (Г): $\Delta h = -\Delta \varphi$ (знак «-» указывает, что при уменьшении широты высота увеличится).

Описание решения в каждом случае оценивается в 1 балл, т.е. 3 балла за этап задачи. По сути, приведение указанных четырёх формул с описанием, когда они применимы - это и есть ответ.

Примечание: если в итоговом ответе фигурирует случай (А), задача оценивается не выше, чем на 7 баллов.

3. Вы видите фотографию Луны и солнечной радуги. Радуга (наиболее часто наблюдаемая её разновидность) имеет форму круга радиусом 42° с центром в антисолярной (т.е. диаметрально противоположной положению Солнца) точке. Скажите, в какое примерно время можно снять подобный кадр или это фотомонтаж (и если так, то почему)?.

РЕШЕНИЕ: Это фотомонтаж. Кадр с подобным расположением Луны и радуги получить можно в предвечерние часы, но при этом фаза Луны будет иная. На коллаже Луна почти полная, тогда как, находясь на фоне радуги, она удалена от антисолярной точки (т.е. от точки полнолуния) примерно на 42° (4 балла). На таком угловом удалении от точки полнолуния Луна находится примерно за 3.5 дня до него. В это время её фаза заметно отличается от показанной на кадре – Луна будет «ущербна» слева (4 балла).

Примечание: 8 баллов ставится за любую верную аргументацию, поясняющую, что снимок смонтирован. При этом, если говорится, что радуга видна днём, а Луна (без указания фазы!) – ночью, то задача оценивается в 0 баллов. Если же при этом упоминается, что именно **полная** Луна не может наблюдаться днём, а солнечная радуга ночью – то задача может быть оценена в 8 баллов.

Если же утверждается, что кадр выполнен без монтажа и приводится время съёмки – за несколько часов до захода Солнца, то задача может быть оценена до 3 баллов.

4. Чему будет равен годичный параллакс ближайшей к Земле звезды – Проксимы Центавра – измеренный с помощью наблюдений на космической базе, размещённой на Марсе?

РЕШЕНИЕ: Поскольку среднее расстояние от Солнца до Марса в 1.52 раз больше, чем от Солнца до Земли (а плоскость орбиты Марса близка к плоскости эклиптики), то параллактическое смещение будет так же в 1.52 раз больше (4 балла за описание или пропорцию). Поэтому параллакс Проксимы Центавра будет равен $0.77 \cdot 1.52 = 1.17''$ (4 балла вычисления и верный ответ).

5. На каких широтах на Марсе Солнце может наблюдаться в зените?

РЕШЕНИЕ: Полностью аналогично построениям на небесной сфере для земного наблюдателя, на Марсе в зените будут наблюдаться светила со склонением, равным астрономической широте $\delta = \varphi$ (3 балла). Поскольку склонение Солнца не может превышать наклонение экватора к орбитальной плоскости, максимально возможное

склонение Солнца на Марсе $\delta=25^{\circ}12'$ (3 балла). Поэтому Солнце будет кульминировать в зените в диапазоне широт $25^{\circ}12'$ ю.ш. < φ < $25^{\circ}12'$ с.ш (2 балла верный вывод и рассуждения про диапазон широт).

Остаётся дополнить, что $\pm 25^{\circ}12'$ это широты тропиков на Марсе.

Примечание: при указании одной лишь широты $25^{\circ}12'$ задача не может быть оценена выше, чем на 3 балла, при указании диапазона от 0 до $25^{\circ}12'$ (случай одного полушария) – не более, чем на 6 баллов.

6. Сколько Лун требуется, чтобы освещать Землю так же ярко, как и Солнце?

РЕШЕНИЕ: Отношение освещённостей определяется соотношением Погсона $E_1/E_2=2.512^{4m}$

(4 балла формула). Подставив численные значения, получим $E_1/E_2=2.512^{14}$; Т.е. Солнце ярче полной Луны в $E_1/E_2=398359 \approx 4 \cdot 10^5$ раз (4 балла вычисления).