

**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЧЛЕНОВ ЖЮРИ
(КЛЮЧИ, КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ)
Максимальное количество баллов – 100 баллов**

Задание № 1 (8 баллов).

Во время наблюдений за звездным небом Максим обратил внимание на то, что вблизи планет периодически оказывается Луна. Этот факт его заинтересовал. Ребята, а вы можете объяснить Максиму, почему так происходит?

Примечание. Оценивание ответа производить по обобщенной шкале. Без обоснования даже верный ответ считается случайно угаданным.

Возможное обоснование.

В течение каждого месяца Луна проходит по всем зодиакальным созвездиям, по которым перемещаются и планеты. Поэтому Луна периодически бывает видна вблизи планет.

Класс. 7+

Уровень сложности: 1.

Темы: § 1.3. Луна, ее свойства и движение., § 2.1. Солнце и планеты.

Задание № 2 (8 баллов).

Самая восточная точка Омской области имеет координаты $56^{\circ}10'$ с.ш., $76^{\circ}19'$ в.д. (Муромцевский р-н). Пересчитайте значение долготы в часовую меру (часы и минуты восточной долготы).

Ответ. $5^h 5^m 16^s$.

Решение.

Между градусной и часовой мерой углов существует взаимосвязь:

Градусная	360°	15°	1°	$15'$	$1'$	$15''$
Часовая	24^h	1^h	4^m	1^m	4^s	1^s

В нашем случае.

$$76^{\circ} = 75^{\circ} + 1^{\circ} = 5 \cdot 15^{\circ} + 1^{\circ} = 5^h + 4^m.$$

$$19' = 15' + 4' = 1^m + 4 \cdot 4^s = 1^m + 16^s.$$

Итого: $5^h 5^m 16^s$.

Оценивание решения производить по обобщенной шкале

Сложность. 1

Темы. § 3.1. Географические координаты.

Кл. 7+

Задание № 3 (8 баллов).

Максим изучает ночное звездное небо. Он находит на звездном небе: созвездие Стрельца, созвездие Козерога и созвездие Водолея. Как вы думаете, в какое время года Максим проводит наблюдения? Объясните свое решение.

Примечание. Оценивание ответа производить по обобщенной шкале. Без обоснования даже верный ответ считается случайно угаданным.

Возможное решение:

Солнце в течение года последовательно проходит по "зодиакальному" кругу. Если Солнце находится в каком-то созвездии, то это созвездие бывает над горизонтом днем, следовательно, ночью это созвездие не видно. Ночью будут видны созвездия, расположенные с диаметрально противоположной стороны эклиптики. Наш наблюдатель нашел на ночном небе Стрельца, Козерога и Водолея, следовательно, Солнце находится в "противоположных" созвездиях эклиптики. Это созвездия: Близнецов, Рака и Льва, по которым Солнце перемещается с июня по сентябрь, т.е. летом. И именно этих созвездий ночью не видно. Можно утверждать, что Максим наблюдения проводит летом.

Класс. 7+

Уровень сложности: 1.

Темы. § 4.5. Видимое движение Солнца и эклиптические координаты.

Задание № 4 (8 баллов).

Звезда ζ Большой Медведицы — кратная звёздная система, расположенная примерно в 25 пк от Солнца и известная как “двойная звезда Алькор и Мицар”. Угловое расстояние между компонентами системы $12'$, при хорошем зрении компоненты различимы невооружённым глазом. При этом Мицар тоже является кратной системой, но угловое расстояние между его компонентами всего $15''$. Можно ли разделить Мицар в бинокль 10×40 ? Каково линейное расстояние между компонентами Мицара?

Ответ. На первый вопрос - да. На второй вопрос 375 а.е. ($5,93\cdot 10^{-3}$ св. лет, $1,82\cdot 10^{-3}$ пк)

Решение.

Разрешающая способность человеческого глаза $\approx 1'$. То есть для разделения компонентов Мицара необходимо использовать увеличение не менее:

$$\Gamma = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{60''}{15''} = 4^x$$

В маркировке бинокля $M\times N$, где M — увеличение, N — диаметр объектива в мм. То есть в бинокль 10×40 разделить Мицар можно.

Линейное расстояние между компонентами Мицара:

$$l = \frac{15'' \times 25 \text{ пк} \times 206265 \text{ а.е.}}{206265''} \approx 375 \text{ а.е.}$$

Ответ может быть представлен и в любых других единицах: км, св. годы, пк.

Возможные критерии оценивания:

Разрешающая способность человеческого глаза	1 балл
Верная оценка возможности разделения Мицара в бинокль с объяснением	4 балла
Расчёт линейного расстояния между компонентами Мицара -1 балл при наличии арифметических ошибок	3 балла
ИТОГО	8 баллов

Класс 9+

Тематические разделы: § 4.1. Угловые измерения на небе. § 7.1. Схемы и принципы работы телескопов

Сложность - 2.

Задание № 5 (8 баллов).

Предположим, что Венера обитаема, и жителю экваториального пояса Венеры посчастливилось наблюдать транзит Меркурия по диску Солнца! Через какой интервал времени он сможет повторить свои наблюдения? Наклонами орбит планет пренебречь, считать орбиты круговыми.

Справочные данные:

Планета	Радиус орбиты, а.е.	Период обращения вокруг Солнца, зем. сут.	Период вращения вокруг оси, зем. сут.	Наклон экватора к орбите, °
Меркурий	0.39	88	59	0
Венера	0.72	225	243	177

Ответ: 91 земные сутки.

Решение:

Необходимо воспользоваться синодическим уравнением, чтобы определить через какой интервал времени S Меркурий снова окажется между Солнцем и выбранной точкой на поверхности Венеры.

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_M} - \frac{1}{T_V} + \frac{1}{t_V},$$

где T_M — орбитальный период Меркурия, T_V — орбитальный период Венеры, t_V — период вращения Венеры вокруг оси. Знак “минус” обусловлен тем, что обращение Меркурия и Венеры вокруг Солнца происходит в одном направлении, знак “плюс” обусловлен тем, что вращение Венеры вокруг оси направлено против её орбитального движения, о чём напоминают справочные данные.

$$S = \frac{T_M \times T_V \times t_V}{T_V \times t_V - T_M \times t_V + T_M \times T_V} = \frac{88 \times 225 \times 243}{225 \times 243 - 88 \times 243 + 88 \times 225} \approx 91_{\text{зем.сут.}}$$

Возможные критерии оценивания:

Верно, составленное синодическое уравнение -3 балла, если перепутаны знаки -3 балла, если забыт любой из элементов уравнения	6 баллов
Верный расчёт интервала времени -1 балл при наличии арифметических ошибок -1 балл, если неправильно использованы справочные данные, т.е. перепутаны периоды	2 балла
ИТОГО	8 баллов

Сложность 2

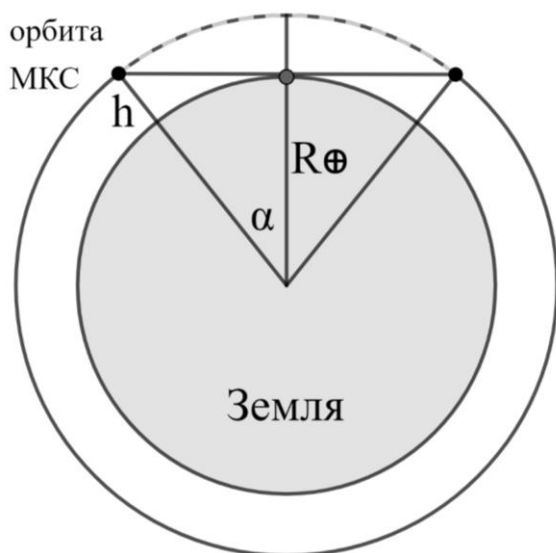
Класс 8+

Тематический раздел: § 5.1. Кинематика планет в Солнечной системе (приближение круговых орбит)

Задание № 6 (8 баллов).

В некотором пункте любитель астрономии проводил наблюдения пролёта Международной космической станции. Она появилась над горизонтом, прошла через зенит и зашла с противоположной стороны горизонта. В течение какого времени станция была видна над горизонтом? Сопроводите решение чертежом. Высота полёта МКС над поверхностью Земли 400 км.

Ответ: 10 минут



Решение.

На чертеже изобразим Землю и орбиту МКС. Поскольку станция прошла через зенит, она двигалась по одному из вертикалов, восходя и заходя перпендикулярно горизонту, поправка на широту не требуется. Пунктирная линия обозначает часть орбиты МКС, где станция видна над горизонтом наблюдателя, стоящего в некоторой точке на поверхности Земли.

Радиус Земли $R_z = 6\,400$ км

Высота полёта МКС $h = 400$ км

Найдём угол α из прямоугольного треугольника:

$$\alpha = \arccos(R/(R+h)) = \arccos(6400/(6400+400)) \approx 20^\circ$$

$$2\alpha = 40^\circ$$

Время нахождения МКС над горизонтом найдём, зная период обращения станции. Нас интересует именно звёздный период, не синодический, т.к. орбита станции имеет довольно высокое наклонение, но если участник выполнит расчёт с синодическим периодом, это не будет считаться ошибкой, но также это не даст дополнительных баллов. Участник может знать, что период обращения МКС вокруг Земли составляет 1.5 часа и использовать эти данные сразу, либо может знать, что за сутки МКС совершает 16 витков по орбите, и отсюда получить период, либо может рассчитать период по III закону Кеплера, сравнивая МКС, например, с Луной:

$$\left(\frac{T_{\text{МКС}}}{T_{\text{Л}}}\right)^2 = \left(\frac{a_{\text{МКС}}}{a_{\text{Л}}}\right)^3,$$

$$T_{\text{МКС}} = T_{\text{Л}} \times \left(\frac{a_{\text{МКС}}}{a_{\text{Л}}}\right)^{\frac{3}{2}} = 27,3 \times 24 \text{ч} \times \left(\frac{6400 + 400}{384000}\right)^{\frac{3}{2}} \approx 1,5 \text{ч}$$

Время нахождения МКС над горизонтом:

$$t = 1,5 \text{ч} \times \frac{40^\circ}{360^\circ} = 10 \text{мин}$$

Возможные критерии оценивания:

Период обращения МКС (с расчётами или без)	2 балла
Чертёж выполнен правильно	2 балла
Расчёт угла α или 2α -1 балл при наличии арифметических ошибок	2 балла
Расчёт времени видимости МКС -1 балл при наличии арифметических ошибок	2 балла
ИТОГО	8 баллов

Класс 9+

Тематический раздел: § 6.2. Механика планет в Солнечной системе (приближение круговых орбит). § 6.3. Движение искусственных спутников и Луны вокруг Земли (приближение круговой орбиты)

Сложность 2.