

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ
(МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП)
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
возрастная группа (11 класс)

Максимальная оценка – 48 баллов.

ЗАДАНИЕ 1.

В какой фазе Луна имеет максимальную высоту над горизонтом в сентябре для наблюдателя, находящегося во Владимире?

Максимальный балл – 8

Решение.

Владимир расположен в Северном полушарии Земли. В этом случае максимальную высоту над горизонтом Луна может иметь тогда, когда ее склонение максимально. Поскольку видимая траектория движения Луны близка к эклиптике, это означает, что она должна располагаться вблизи точки летнего солнцестояния. В сентябре Солнце находится вблизи точки осеннего равноденствия. Поэтому фаза Луны – последняя четверть.

Критерии оценивания.

Полностью верный ответ – 8 баллов. Указано, что видимая траектория Луна расположена вблизи эклиптики – 2 балла

Указано, что максимальная высота достигается вблизи точки летнего солнцестояния – 2 балла. Указано, что Солнце в этот момент находится вблизи точки осеннего равноденствия – 2 балла. Записан верный ответ – 2 балла.

ЗАДАНИЕ 2.

Является ли созвездие, выделенное на рисунке 1, незаходящим /невосходящим во Владимире (широта 56°), ответ обоснуйте. Как называется это созвездие?

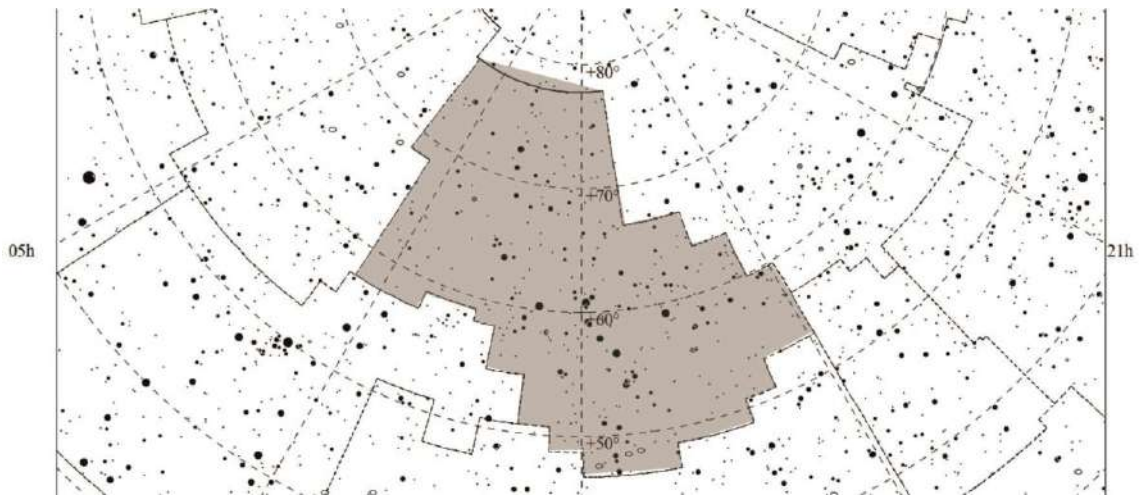


Рисунок 1.

Максимальный балл – 8

Решение.

На широте φ незаходящими будут объекты со склонением $\delta > 90^\circ - \varphi$, невосходящими – объекты со склонением $\delta < \varphi - 90^\circ$. Для широты Владимира: незаходящие объекты имеют склонение $\delta > 34^\circ$, невосходящие – $\delta < -34^\circ$. Из рисунка 1 видно, что границы созвездия имеют $\delta > 34^\circ$, таким образом во Владимире созвездие незаходящее. Это созвездие Кассиопея.

Критерии оценивания.

Полностью верное решение – 8 баллов. Определены значения склонения для незаходящих и невосходящих объектов – 4 балла. Определены склонения для границ созвездия – 2 балла. Указано, что созвездие незаходящее (только ответ) – 1 балл. Определено название созвездия – 1 балл.

ЗАДАНИЕ 3.

Корабль совершил кругосветное путешествие, отплыв из Санкт-Петербурга и двигаясь на запад. После окончания кругосветного путешествия капитан приказал сделать в журнале запись следующего содержания. «Сегодняшнее пятнадцатое сентября считать шестнадцатым сентября, а пятницу – субботой». Правильное ли распоряжение дал капитан, ответ обоснуйте.

Максимальный балл – 8

Решение.

Капитан дал верное распоряжение. Учитывая, что было совершено кругосветное путешествие – корабль пересек линию перемены дат с востока на запад. При пересечении линии перемены дат, двигаясь с запада на восток,

в счете календарных дат, возвращаются на один день назад. При движении с востока на запад к календарной дате прибавляют один день.

Критерии оценивания.

Полностью обоснованное верное решение – 8 баллов. Только верный ответ – 1 балл.

ЗАДАНИЕ 4.

Мицар и Алькор — две звезды, видимые невооружённым глазом в созвездии Большой Медведицы. Мицар имеет звездную величину 1^m , Алькор – 4^m . Найти звездную величину системы этих звезд.

Максимальный балл – 8

Решение.

Суммарный блеск системы $I_c = I_1 + I_2$. Известно, что отношение блеска I_1 и I_2 звезд, имеющих звездные величины m_1 и m_2 , описывается формулой Погсона $\frac{I_1}{I_2} = 2,512^{m_2 - m_1}$ или $\lg \frac{I_1}{I_2} = 0,4(m_2 - m_1)$. Таким образом, разность в одну звездную величину соответствует отношению блесков звезд 2,512, а разность в три звездные величины $2,512^3 = 15,851$. Если принять блеск первой звезды за 1, то блеск второй составит $\frac{1}{15,851} = 0,063$. Суммарный блеск будет равен 1,063. Вычисляя отношение этого блеска к блеску первой звезды

$$\begin{aligned} \lg \frac{I_c}{I_1} &= 0,4(m_1 - m_c) \Rightarrow 2,5 \lg(1,063) = (1 - m_c) \Rightarrow 2,5 \cdot 0,027 = (1 - m_c) \Rightarrow \\ &\Rightarrow m_c = 1 - 0,068 = 0,932. \end{aligned}$$

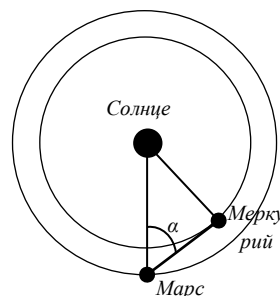
ЗАДАНИЕ 5.

Могут ли наблюдаться в марсианскую полночь с поверхности Марса внутренние планеты.

Максимальный балл – 8

Решение.

Как и для Земли, для Марса в полночь Солнце отстоит от линии горизонта на 90° . Марс находится на расстоянии в 1,5 а.е. от Солнца, внутренние для него планеты: Меркурий – в 0,4 а.е., Венера – в 0,7 а.е., Земля – в 1 а.е. Максимальное удаление от Солнца для внутренних планет наблюдается в элонгации. Определим, на какие максимальные углы внутренние планеты удаляются от Солнца. Для Меркурия $\sin \alpha =$



$\frac{0,4}{1,5} = 0,26$, угол менее 30° ($\sin 30^\circ = 0,5$), аналогично для Венеры $\sin \alpha = 0,46$ и Земли $\sin \alpha = 0,66$, угол менее 45° . Таким образом, планеты не могут наблюдаться в полночь, так как они должны быть на дневной стороне.

Участники могут вспомнить, что для наблюдателя на Земле максимально возможное удаление от Солнца Венеры составляет 47° и Меркурия - 28° и провести сравнение.

Критерии оценивания.

Верный обоснованный ответ – 8 баллов. Указано, что в полночь, Солнце отстоит от горизонта на 90° – 2 балла. Указано, что максимальное удаление внутренней планеты происходит в элонгации – 2 балла. Определены углы максимального удаления для всех трех внутренних планет от Солнца – 3 балла. Только верный ответ без обоснования – 1 балл.

ЗАДАНИЕ 6.

Для наблюдателя, находящегося на равнинной местности на экваторе только что зашла Луна. На какую высоту ему нужно подняться, чтобы снова увидеть Луну расположенной своим нижним краем на линии горизонта? Угловой диаметр Луны считать равным $30'$, рост наблюдателя 1,6 метра.

Максимальный балл – 8

Решение.

По Теореме Пифагора определяем дальность горизонта

$$d = \sqrt{(R + h)^2 - R^2} = \sqrt{2Rh + h^2} \approx \sqrt{2Rh} = 4\,515 \text{ м.}$$

А длину дуги по параллели в $1'$ равной $\frac{2\pi R}{360 \cdot 60} = 1852$ м, тогда дальность видимого горизонта составляет $2,4'$. Чтобы Луну снова стало видно, дальность горизонта должна увеличиться на $30'$, то есть стать равной $32,4'$ или $D = 32,4' \cdot 1852 = 60\,004$ м. Отсюда искомая высота $H = \frac{D^2}{2R} = 282$ м.

В связи с приближениями разница в ответах может доходить до 7 м, что не считается ошибкой.

Критерии оценивания.

Полностью верное решение – 8 баллов. Определена дальность горизонта в км (м) – 2 балла. Определена дальность горизонта в минутах – 3

балла. Найдена новая дальность горизонта – 2 балла. Получен верный результат – 1 балл.

Справочные материалы

Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная $G = 6.672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$

Скорость света в вакууме $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

Астрономическая единица 1 а.е. = $1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$

Парсек 1 пк = 206265 а.е. = $3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Данные о Солнце и Земле

Радиус Солнца $R_c = 695\,000 \text{ км}$

Масса Солнца $M_c = 1.989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$

Средний радиус Земли $R_z = 6370 \text{ км}$

Экваториальный радиус Земли 6378.14 км

Масса Земли $M_z = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$

Тропический год – 365.24219 суток

Период вращения Земли 23 часа 56 минут 04 секунды

Наклон экватора к эклиптике года: $23,5^\circ$

Данные о Луне

Среднее расстояние от Земли 384400 км

Средний эксцентриситет орбиты 0.055

Сидерический (звездный) период обращения 27.321662 суток

Синодический период обращения 29.530589 суток

Радиус 1738 км

Масса $7.348 \cdot 10^{22} \text{ кг}$ или 1/81.3 массы Земли

Характеристики орбит планет

Планета	Расстояние от Солнца	Масса	Радиус	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты
	а.е.	кг	км		градусы
Солнце		$1.989 \cdot 10^{30}$	697000	25.380 сут	7.25
Меркурий	0,4	$3.302 \cdot 10^{23}$	2439.7	58.646 сут	0.00
Венера	0,7	$4.869 \cdot 10^{24}$	6051.8	243.019 сут**	177.36
Земля	1,0	$5.974 \cdot 10^{24}$	6378.1	23.934 час	23.45
Марс	1,5	$6.419 \cdot 10^{23}$	3397.2	24.623 час	25.19
Юпитер	5,2	$1.899 \cdot 10^{27}$	71492	9.924 час	3.13
Сатурн	9,6	$5.685 \cdot 10^{26}$	60268	10.656 час	26.73
Уран	19,2	$8.683 \cdot 10^{25}$	25559	17.24 час	97.86
Нептун	30,0	$1.024 \cdot 10^{26}$	24746	16.11 час	28.31