

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ
(МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП)
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
возрастная группа (10 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.

Пользуясь картой (*Приложение 1*) определить собственные имена звезд, координаты которых даны в таблице.

№ пп	α		δ		№ пп	α		δ	
	час	мин	град	мин		час	мин	град	мин
1.	6	43	-16	39	5.	5	53	+7	24
2.	14	13	+19	27	6.	13	23	-10	54
3.	18	35	+38	44	7.	20	40	+45	06
4.	5	13	+45	57	8.	2	31	+89	16

Максимальный балл – 8

Решение.

№ пп	Звезда	Собственное имя	α		δ	
			час	мин	град	мин
1	2	3	4		5	
1.	α Большого Пса	Сириус	6	43	-16	39
2.	α Волопаса	Арктур	14	13	+19	27
3.	α Лиры	Вега	18	35	+38	44
4.	α Возничего	Капелла	5	13	+45	57
5.	α Ориона	Бетельгейзе	5	53	+7	24
6.	α Девы	Спика	13	23	-10	54
7.	α Лебедя	Денеб	20	40	+45	06
8.	α Малой Медведицы	Полярная звезда	2	31	+89	16

Критерии оценивания.

Верно записанные собственные имена всех звезд – 8 баллов. В задании не требуется записать названия звезд из 2 столбца. За каждое неверное собственное имя звезды минус 1 балл. Если вместо собственных имен указаны названия звезд из 2 столбца – 2 балла за все.

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.

Юнона – астероид главного астероидного пояса, большая полуось его орбиты составляет 399,726 млн. км. Чему равен период обращения этого астероида.

Максимальный балл – 8

Решение.

По третьему закону Кеплера большая полуось орбиты тела? Вращающегося вокруг Солнца a в астрономических единицах и период обращения по ней T в годах связаны следующим образом: $T^2 = a^3$, 399,726 млн. км = 2,67 а.е. Следовательно, период обращения астероида равен 4,36 г.

Критерии оценивания.

Полностью верное решение – 8 баллов. Запись третьего закона Кеплера – 2 балла. Использование характеристик движения Земли по орбите для сравнения – 2 балла. Верный перевод в астрономические единицы – 2 балла. Верный ответ 4, 36 (4, 4) г. – 2 балла

ЗАДАНИЕ 5.

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

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

Критерии оценивания.

Полностью верное решение – 8 баллов. Использование формулы Погсона – 3 балла. Оценка блеска одной звезды относительно другой – 3

балла. Определение суммарного блеска – 1 балл. Определение светимости системы – 1 балл.

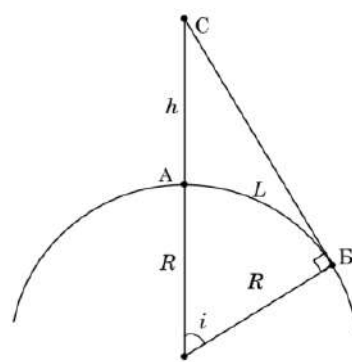
ЗАДАНИЕ 6.

«Марс-экспресс» – действующая автоматическая межпланетная станция, предназначенная для изучения Марса. На каком максимальном расстоянии друг от друга (по поверхности Марса) могут находиться марсиане, чтобы они могли видеть этот спутник одновременно, если высота спутника над поверхностью Марса в момент наблюдения 3400 км?

Максимальный балл – 8

Решение.

Пусть в момент наблюдения спутник находится в точке C , первый марсианин должен находиться в точке B , второй в точке, симметричной B относительно прямой AC . Необходимо найти дугу окружности Земли $2L$: $2L = (2i / 180) \cdot \pi R$. Из прямоугольного треугольника $\cos i = R / (R + h)$. В данном случае $h = 3400$ км, $R = 3397$ км, поэтому $\cos i = 0.5$, следовательно, $i = 60^\circ$. Отсюда, $2L \approx 7111$ км.



Критерии оценивания.

Полностью верное решение – 8 баллов. Верный чертеж или описание положения спутника – 3 балла. Найдена формула для нахождения расстояния между наблюдателями – 3 балла. Получен верный результат – 2 балла.

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

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

Данные о Солнце и Земле

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

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

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 $23 \text{ часа } 56 \text{ минут } 04 \text{ секунды}$

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

Характеристики орбит планет

Планета	Масса	Радиус	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Вид. звездная величина
	кг	км		градусы	
Солнце	$1.989 \cdot 10^{30}$	697000	25.380 сут	7.25	-26.8
Меркурий	$3.302 \cdot 10^{23}$	2439.7	58.646 сут	0.00	-0.1
Венера	$4.869 \cdot 10^{24}$	6051.8	243.019 сут	177.36	-4.4
Земля	$5.974 \cdot 10^{24}$	6378.1	23.934 час	23.45	–
Марс	$6.419 \cdot 10^{23}$	3397.2	24.623 час	25.19	-2.0
Юпитер	$1.899 \cdot 10^{27}$	71492	9.924 час	3.13	-2.7
Сатурн	$5.685 \cdot 10^{26}$	60268	10.656 час	26.73	0.4
Уран	$8.683 \cdot 10^{25}$	25559	17.24 час	97.86	5.7
Нептун	$1.024 \cdot 10^{26}$	24746	16.11 час	28.31	7.8

Приложение 1 (10 класс)

