Муниципальный этап ВсОШ по астрономии в 2026/27 учебном году

8 класс.

Ключи.

№ 1. Условие. Параллакс звезды Альтаир (α Орла), измеренный с орбиты Земли, равен 0,195″. Считая орбиты Венеры и Юпитера круговыми и лежащими в одной плоскости, а большие полуоси равными 0,723 а.е. и 5,204 а.е. соответственно, определите для наблюдателя на Альтаире:

а) расстояние до Солнца в парсеках;

б) максимальное угловое расстояние между Венерой и Юпитером;

в) во сколько раз это максимальное угловое расстояние больше максимального углового расстояния между Землёй и Марсом при наблюдении с Альтаира.

Решение:

а) Расстояние:

$d = 1 / 0{,}195 \approx 5{,}13$ пк.

б) Максимальное линейное расстояние Венера — Юпитер:

$R_{max} = a_в + a_ю = 0{,}723 + 5{,}204 = 5{,}927$ а.е.

Тогда максимальное угловое расстояние с точки зрения наблюдателя на Альтаире:

$\Theta_{вю} = 5{,}927 / 5{,}128 \approx 1{,}16''$.

в) Для Земли и Марса:

$R_{max} = 1{,}000 + 1{,}524 = 2{,}524$ а.е.,
$\theta_{зм} = 2{,}524 / 5{,}128 \approx 0{,}49''$.

Отношение:

$\Theta_{вю}/\theta_{зм} = 5{,}927 / 2{,}524 \approx 2{,}35$.

Критерии:

	Баллы
Формула перехода от годичного параллакса к расстоянию до звезды в парсеках: d=1/p	1
Правильно найдено расстояние до Альтаира (5,13 пк)	1

Формула максимального линейного расстояния между планетами через сумму больших полуосей: Rmax=a1+a2	1
Правильно найдено максимальное расстояние Венера–Юпитер	1
Формула связи углового расстояния с линейным размером объекта и расстоянием до него	2
Правильно найдено максимальное угловое расстояние Земля – Марс	1
Формула отношения угловых расстояний при одном и том же расстоянии до звезды, расчёт отношения	1

Максимальный балл: 8 баллов

№ 2. **Условие.** На экваторе Меркурия граница день/ночь движется по поверхности. Радиус Меркурия R=2440 км, период осевого вращения T=58,6 сут, период обращения вокруг Солнца T=88,0 сут.

а) Определите продолжительность солнечных суток на Меркурии.

б) Найдите среднюю скорость движения границы день/ночь на экваторе Меркурия. Ответ выразите в км/ч.

в) Во сколько раз эта скорость меньше средней скорости движения границы день/ночь на экваторе Луны?

Решение:

Солнечные сутки на Меркурии находятся через разность угловых скоростей вращения вокруг своей оси и обращения вокруг Солнца:

$$\frac{1}{Tc} = \frac{1}{Tв} - \frac{1}{To}$$

$Tc \approx 175{,}4$ сут.

Длина экватора Меркурия:

$C = 2\pi R = 2\pi \cdot 2440 \approx 15\,336$ км.

Скорость границы день/ночь на Меркурии:

$V_М = C / (Tc \cdot 24) \approx 15\,336 / (175{,}4 \cdot 24) \approx 3{,}64$ км/ч ≈ 4 км/ч.

Для Луны:

$v = 2\pi R_Л / (Tсин \cdot 24) = 2\pi \cdot 1738 / (29{,}5 \cdot 24) \approx 15{,}42$ км/ч ≈ 15 км/ч.

Отношение:

$v_Л / v_М \approx 15{,}42 / 3{,}64 \approx 4{,}2$.

Критерии:

	Баллы
Формула для солнечных суток через сидерический период вращения и период обращения	2
Расчёт солнечных суток Меркурия	1
Формула длины экватора	1
Формула средней скорости границы день/ночь	1
Расчёт скорости на Меркурии	1
Расчёт скорости на Луне	1
Нахождение отношения	1

Максимальный балл: 8 баллов

№ 3. Условие. В некотором **невисокосном** году в марте было ровно **5 пятниц**, а в апреле — ровно **4 понедельника**.
Каким днём недели было **1 февраля** этого года? Ответ обоснуйте.

Решение:

1. В марте 31 день.

   $31=4\cdot7+3$, поэтому 5 раз повторяются те три дня недели, с которых месяц начинается.
   Чтобы в марте было **5 пятниц**, 1 марта может быть **средой, четвергом или пятницей**.

2. В апреле 30 дней.
   $30=4\cdot7+230=4\cdot7+2$, поэтому 5 раз повторяются только первые два дня недели.
   Чтобы в апреле было **ровно 4 понедельника**, 1 апреля **не должно** быть воскресеньем или понедельником.

3. От 1 марта до 1 апреля проходит 31 день.
   31 день = 4 недели и 3 дня, поэтому день недели сдвигается на 3 дня вперёд, значит 1 апреля на 3 дня недели позже, чем 1 марта.
   Проверяем варианты:

   - если 1 марта — среда, то 1 апреля — суббота;
   - если 1 марта — четверг, то 1 апреля — воскресенье;
   - если 1 марта — пятница, то 1 апреля — понедельник.

По условию «в апреле ровно 4 понедельника» подходит только случай, когда **1 апреля — суббота**.
Значит, **1 марта — среда**.

4. Год невисокосный, поэтому в феврале 28 дней.
   28 кратно 7, значит 1 марта — тот же день недели, что и 1 февраля.
   Следовательно, **1 февраля — среда**.

Ответ: 1 февраля было **средой**.

	Баллы
Учтено, что в марте 31 день, и сделан вывод: 5 пятниц возможны, если 1 марта — среда, четверг или пятница	2
Учтено, что в апреле 30 дней, и сделан вывод: 4 понедельника возможны, если 1 апреля не воскресенье и не понедельник	2
Правильно найдено, что 1 апреля на 3 дня недели позже 1 марта	1
Сопоставлены условия и получено, что 1 марта — среда	2
Учтено, что год невисокосный, поэтому 1 февраля совпадает с 1 марта	1

Максимальный балл: 8 баллов

№ 4. Условие: Туристы на берегу Байкала (52° с.ш.) составляют список ярких звёзд:

Звезда	**Склонение, δ**
Капелла	+46,0°
Денеб	+45,3°
Вега	+38,8°
Альдебаран	+16,5°
Антарес	−26,4°
Фомальгаут	−29,6°
Ахернар	−57,2°

А) Какие из этих звёзд незаходящие, какие восходят и заходят, а какие здесь никогда не видны?

Б) Найдите высоты верхних кульминаций всех видимых звёзд, а для незаходящих — ещё и нижних. Какая звезда проходит ближе всех к зениту?

Рефракцией атмосферы пренебрегите.

Возможное решение:

А) Звезда не заходит, если в нижней кульминации её высота $h = \varphi + \delta - 90°$ не меньше нуля, то есть для широты 52° должно выполняться условие $\delta \geq 90° - \varphi = 38°$. Аналогично, звезда никогда не восходит, если в верхней кульминации $h = 90° - \varphi + \delta \leq 0$, то есть для широты в условии $\delta \leq -38°$.

- Незаходящие: Капелла, Денеб, Вега ($\delta > 38°$).
- Невосходящие (никогда не видны): Ахернар ($\delta = -57{,}2° < -38°$).
- Восходят и заходят: Альдебаран, Антарес, Фомальгаут.

Б) Рассчитаем высоты верхних кульминаций: $h_{ВК} = 90° - \varphi + \delta = 38° + \delta$, а также высоты нижних кульминаций для незаходящих звёзд: $h_{НК} = \varphi + \delta - 90° = \delta - 38°$.

Звезда	$h_{ВК}$	$h_{НК}$
Капелла	84,0°	8,0°
Денеб	83,3°	7,3°
Вега	76,8°	0,8°
Альдебаран	54,5°	—
Антарес	11,6°	—
Фомальгаут	8,4°	—

Ближе всех к зениту проходит Капелла: $90° - 84{,}0° = 6°$ к югу от зенита.

Критерии оценивания:

К1. Запись верных формул высот верхних и нижних кульминаций через широту и склонение – по 1 баллу.

К2. Верные списки незаходящих, восходящих и невосходящих звёзд – 2 балла. При одной ошибке (одна звезда не в том списке) – 1 балл, при большем количестве ошибок – 0 баллов.

К3. За верно рассчитанные высоты верхних и нижних кульминаций – 0,5 балла за каждую высоту (всего 4,5 балла). Допустимая погрешность расчётов без снижения баллов – ±1°.

К4. Звезда с минимальным расстоянием до зенита – 0,5 баллов.

В случае, если суммарный балл за задачу получился нецелым, он округляется до ближайшего целого числа вверх.

Максимальный балл: 8 баллов

№ 5. Условие. Астрономический кружок хочет показать гостям туманность Ориона (прямое восхождение α = 5 ч 35 мин) в момент её верхней кульминации. Считайте, что кружок живёт по местному среднему солнечному времени, а осеннее равноденствие наступило ровно в 00:00 22 сентября.

А) Какого числа туманность будет кульминировать ровно в полночь?

Б) На какое число лучше всего назначить наблюдения, чтобы туманность кульминировала около 22 часов?

В) В какое время года туманность не наблюдают и почему?

Возможное решение. Светило кульминирует, когда местное звёздное время s равно его прямому восхождению. Звёздные сутки короче солнечных на 3 мин 56 с, поэтому в один и тот же момент по солнечному времени звёздное время каждые сутки становится больше на 3 мин 56 сек = 3,93 мин. За 1 ч солнечного времени звёздное время увеличивается примерно на 1 ч 00 мин 10 с.

А) В солнечную полночь нам нужно, чтобы звездное время равнялось s = 5 ч 35 мин = 335 мин. Для этого с 22 сентября должно пройти 335/3,93 ≈ 85 сут. Получаем дату около 15 декабря.

Б) В 22:00 солнечного времени звёздное время должно быть равно 5h 35m. До полуночи остаётся ещё два часа по солнечному времени, за которые звёздное время увеличится ещё на 2 часа 00 мин 20 сек. Значит, в солнечную полночь этих суток звёздное время должно составлять около 7h 35m, то есть 455 минут после полуночи. Тогда с 22 сентября должно пройти 455 / 3,93=115,7 суток, что соответствует дате 15-16 января.

В) Туманность не видна, когда Солнце находится недалеко от неё на небе, то есть когда прямое восхождение Солнца равно примерно 5–6 ч.

Прямое восхождение Солнца равно 0 часов в момент весеннего равноденствия, и изменяется на 2 часа примерно за месяц. Соответственно, через 2,5-3 месяца после весеннего равноденствия (в мае-июне) туманность восходит и заходит почти вместе с Солнцем и теряется в его лучах.

Ответ: ≈ 15 декабря; ≈ 15 января; летом (май — июль), потому что Солнце на небе рядом с туманностью.

Критерии оценивания.

- Условие верхней кульминации s = α **– 1 балл;**
- Суточный «уход» звёздного времени 3 мин 56 с **– 1 балл;**
- Дата кульминации в полночь **– 2 балла** (допустимая погрешность ±3 суток).
- Дата кульминации в 22 часа **– 2 балла** (допустимая погрешность ±3 суток).
- Когда туманность не наблюдается **– 2 балла** (1 балл за верный сезон без объяснения).

Максимальный балл: 8 баллов