



Муниципальный этап ВсОШ по астрономии

7 класс. Условия задач

1. Астрономическая карусель

8 баллов

Игнатьев В.Б.

Вам предоставлены 4 астрономических утверждения. Укажите какие из них верные, а какие нет. Обязательно поясните для каждого случая, почему вы так думаете.

- A. В зените возможна только верхняя кульминация.
- B. На обратной стороне Луны всегда ночь.
- C. Ближайшая к нашей галактике спиральная галактика называется - Большое Магелланово Облако.
- D. Шаровые звездные скопления - самые молодые объекты в нашей Галактике.

Решение.

Рассмотрим подробно каждое из четырех утверждений.

А. В зените возможна только верхняя кульминация.

В определении верхней кульминации сказано, что она происходит со стороны зенита от оси мира. Следовательно данное утверждение - верное

В. На обратной стороне Луны всегда ночь

Если это было бы так, то Луна бы всегда на нашем небе выглядела бы полной, поскольку дневная сторона была бы всегда направлена к нам, что не наблюдается. Следовательно данное утверждение - не верно.

С. Ближайшая к нашей галактике спиральная галактика называется - Большое Магелланово Облако.

Ближайшая к нашей галактике спиральная галактика - Туманность Андромеды. Большое Магелланово облако - неправильная галактика, спутник Млечного Пути. Следовательно утверждение - не верно.

Д. Шаровые звездные скопления - самые молодые объекты в нашей Галактике.

Шаровые звездные скопления, это старожилы Галактики. Их возраст от 12 до 11 млрд.лет. Все они ровесники Млечного Пути. В них не наблюдается молодых голубых звезд. Следовательно данное утверждение - не верно.

Ответ. А — Верное, В — Неверное, С — Неверное, D — Неверное

Критерии оценивания.**8**

Правильное указание о верности или ложности утверждений А–D

8

за каждое с пояснением +2

за каждое без пояснений.....+1

2. Мирфак

8 баллов

Игнатьев В.Б.

Звезда α Персея (Мирфак) имеет склонение $\delta = +50^\circ$. Атмосферной рефракцией пренебречь. Ответьте на следующие вопросы:

- A. Определите на каких широтах звезда Мирфак является незаходящей.
- B. Определите на каких широтах звезда Мирфак является невосходящей
- C. Существуют ли такие далекие звезды, которые для всех точек Земли являются восходящими и заходящими.
- D. На каких широтах Мирфак может быть в верхней кульминации? (укажите диапазон)

Решение.

Рассмотрим подробно каждый из четырех вопросов.

- A. Определите на каких широтах звезда Мирфак является незаходящей.
Определение незаходящей звезды - нижняя кульминация должна быть положительной.

$$h_{\downarrow} = -(90^\circ - \varphi) + \delta > 0^\circ$$
$$\varphi > 90^\circ - \delta > 90^\circ - 50^\circ > 40^\circ$$

- B. Определите на каких широтах звезда Мирфак является невосходящей.
Определение невосходящей звезды - верхняя кульминация должна быть отрицательной.

$$h_{\uparrow} = 90^\circ - \varphi + \delta < 0^\circ$$
$$\varphi < \delta - 90^\circ > 90^\circ - 50^\circ < -40^\circ$$

- C. Существуют ли такие далекие звезды, которые для всех точек Земли являются восходящими и заходящими. Таких звезд не существует, так как на полюсах Земли нет понятия восход и заход, т.к. светила всегда находятся на одной и той же высоте (одном альмукантарате). Следовательно это утверждение - не верно.

- D. На каких широтах Мирфак может быть в верхней кульминации.
Для этого вспомним определение верхней кульминации. Это момент пересечения светилом небесного меридиана со стороны зенита от оси мира. Следовательно верхняя кульминация Мирфака есть везде кроме северного и южного полюсов: $-90^\circ < \varphi < 90^\circ$

Ответ. A — $\varphi > 40^\circ$, B — $\varphi < -40^\circ$, C — Неверное, D — $-90^\circ < \varphi < 90^\circ$

Критерии оценивания.	8
A — $\varphi > 40^\circ$	2
B — $\varphi < -40^\circ$	2
C — Неверное	2
D — $-90^\circ < \varphi < 90^\circ$	2

3. Юлианская дата

16 баллов
Игнатъев В.Б.

Юлианская дата - астрономический способ измерения времени, при котором считается число суток, прошедших начиная с полудня понедельника, 1 января 4713 года до н. э. Новая дата начинается с 12 часов дня. Сегодня 15 ноября 14 часов дня - 2460263 юлианский день. Определите юлианскую дату на первый день третьего тысячелетия. Почему астрономы решили, чтобы юлианский день начинался в полдень, а не в полночь?

Решение. Для того, чтобы посчитать определимся, когда начнется третье тысячелетие. Это случилось 1 января 2001 года. Для того, чтобы посчитать Юлианскую дату необходимо определить, сколько пройдет обычных лет, а, сколько - високосных, до 1 января 2023 года, и так же сколько дней прошло до сегодняшнего дня - 15 января 2023 года с 1 января 2001 года.

Определим число дней до 1 января 2001 г:

$$\text{Число дней} = 365 - (\text{оставшиеся дни ноября} + \text{декабрь})$$

Учтем, что сегодняшний день мы не считаем - в ноябре до 15 числа пройдет 14 дней, а останется 16:

$$365 - (16 + 31) = 318$$

Теперь определим сколько обычных лет по 365 дней и високосных по 366 прошло с 1 января 2001 года до 1 января 2023 года.

С 2001 года прошло 22 года, из которых 5 лет (2004, 2008, 2012, 2016, 2020) были високосными и 17 нет.

Определим число прошедших дней

$$17 \cdot 365 + 5 \cdot 366 + 318 = 8353$$

Тогда Юлианская дата на 1 января 2001 года:

$$2460263 - 8353 = 2451910$$

В полдень же смену астрономического дня проводить проще, так как в течении ночи не меняется номер дня, что удобно при обработке наблюдений, построений графиков.

Ответ. 1 января 2001 года юлианская дата была 2451910

Критерии оценивания.

16

Определение даты начала третьего тысячелетия - 1 января 2001 года.....	2
Верное нахождение числа обычных лет 17.....	2
Верное нахождение числа високосных лет 5.....	2
Верное нахождение числа дней с начала 2023 года.....	4
Верный подсчет юлианского дня и итоговой ответ - 2451910.....	4
Верное обоснование начала дня в полдень.....	2

4. Сверхновая 1006

16 баллов

Игнатьев В.Б.

Сверхновая 1006 года вспыхнула в созвездии Волка года имела в максимуме звездную величину $m_{sn} - 7.5^m$. Остаток сверхновой сейчас имеет размер $\theta = 30'$ угловых минут и скорость расширения $V = 10000$ км/с. Ответьте на следующие вопросы:

- Количество лет прошедшее с момента взрыва.
- Диаметр остатка сверхновой в пк.
- Определите расстояние до остатка сверхновой.

Считайте остаток сверхновой шарообразным, а скорость его расширения постоянной.

Решение. Определим сколько времени прошло с 1006 года:

$$t = 2023 - 1006 = 1017 \text{ лет}$$

Остаток сверхновой расширяется в обе стороны, следовательно за прошедшее время он расширился на:

$$D_{sn} = 2 \cdot V \cdot t = 2 \cdot 10000 \cdot 1017 \cdot 365.26 \cdot 86400 = 6.4 \cdot 10^{14} \text{ сек} \approx 20.7 \text{ пк}$$

Определим расстояние до остатка, если мы видим его под углом $\theta = 30'$. Воспользуемся формулой углового размера:

$$\theta = 3438' \frac{D_{sn}}{\Delta} \rightarrow \Delta = 3438' \frac{D_{sn}}{\theta} = 3438' \frac{20.7}{30} \approx 2378 \text{ пк} \approx 2.4 \text{ кпк}$$

Ответ. $t = 1017$ лет, $D_{sn} = 20.7$ пк, $\Delta = 2378$ пк ≈ 2.4 кпк

Критерии оценивания.

16

Определение промежутка времени с момента вспышки - 1017 лет.....	4
Определение диаметра остатка в пк - 20.7 пк.....	6
Нахождение расстояния 2378 пк ≈ 2.4 кпк.....	6

5. События

16 баллов

Игнатьев В.Б.

В астрономическом календаре для школьников на 2023/2024 учебный год описаны следующие события

- 28 октября частное лунное затмение, видимое на территории России
- 3 ноября Юпитер находится в противостоянии с Солнцем
- 13 ноября Уран находится в противостоянии с Солнцем

По этим данным определите угловое расстояние между:

А. Луной и Юпитером

В. Луной и Ураном в момент частного лунного затмения 28 октября

Считайте, что все планеты и Луна движутся в плоскости эклиптики по круговым орбитам.

Решение.

Все три объекта из задачи (Луна, Юпитер и Уран) будут находиться в противостоянии с Солнцем: в момент лунного затмения Луна находится в фазе полнолуния - противоположна Солнцу на небе, Юпитер в противостоянии с Солнцем - так же противоположен Солнцу, Уран в противостоянии с Солнцем - так же противоположен Солнцу.

За время с 28 октября по 13 ноября заметно сместится на небе Луна, а планеты Юпитер и Уран будет иметь минимальное смещение, сильно меньшее, чем смещение Луны и Солнца. Поэтому для дальнейшего решения задачи мы пренебрежем смещением планет.

По условию задачи Луна и планеты оказываются по очереди в противостоянии с Солнцем, при этом само Солнце движется по небу с угловой скоростью 360/365.26 градусов в день или примерно 1 градус в день. Между первым и вторым событием – 6 дней, между первым и третьим событием 16 дней. (Обратим внимание, что в октябре 31 день).

Значит с момента 28.10 Солнце сместится по небу на 6 градусов и окажется в противостоянии с Юпитером. Отсюда следует, что 28 октября Луна находится в 6 градусах западнее Юпитера. Такой же вывод можем сделать и для Урана. Луна находится в 16 градусах западнее Урана.

Ответ. Угловое расстояние между Луной и Юпитером - 6° , между Ураном и Юпитером - в 16°

Критерии оценивания. 16

Утверждение, что Луна тоже в противостоянии	2
Определение угловой скорости Солнца 1 градус/день	4
Определение разницы в днях для противостоянии Юпитера.....	2
Определение разницы в днях для противостоянии Урана.....	2
Если участник ошибся в расчете дней, то за этот пункт оценка не ставится а следующие пункты оцениваются исходя из цифр участника	
Определение углового расстояния Луна-Юпитер в 6°	2
Определение углового расстояния Луна-Уран в 16°	2
Утверждение, что Луна западнее обоих объектов.....	2

6. Красный карлик 16 баллов

Кузнецов М. В.

У некоторой звезды радиусом в 14% радиуса Солнца, обнаружили две экзопланеты, А и В, с одинаковыми радиусами 1.2 радиуса Земли каждая. Вращающиеся вокруг звезды со скоростью 60.9 км/сек и 47.3 км/сек . Первая планета делает один оборот вокруг звезды за 5.2 дня, а вторая за 11.2 дня. Ответьте на следующие вопросы:

- A. Каков максимальный угловой размер планеты А и В при наблюдениях невооруженным глазом, с поверхности любой из планет А или В?
- B. Виден ли диск планеты невооруженным глазом, с поверхности любой из планет А или В?
- C. Каков угловой размер планеты А и В при наблюдениях невооруженным глазом, с поверхности звезды?
- D. Каков угловой размер звезды при наблюдении с планет А и В?

Считайте, что планеты двигаются в одной плоскости по круговым орбитам.

Решение. Параметры взяты из реальной экзопланетной системы звезды Проксима Центавра. Определим радиусы орбит планет:

$$T = \frac{2\pi a}{V} \rightarrow a_A = \frac{V_A T_A}{2\pi}$$

$$a_A = \frac{V_A T_A}{2\pi} = \frac{60.9 \cdot 5.2}{2\pi} = 0.029 \text{ а.е.}$$

$$a_B = \frac{V_B T_B}{2\pi} = \frac{47.3 \cdot 11.2}{2\pi} = 0.049 \text{ а.е.}$$

Максимальный угловой размер будет при минимальном расстоянии между планетами. Минимальное расстояние между планетами будет тогда, когда они расположатся на одной прямой с одной стороны от звезды:

$$\Delta_{min} = a_B - a_A = 0.049 - 0.029 = 0.02 \text{ а.е.}$$

Найдем угловой размер планеты В на небе планеты А:

$$\theta = 3438' \frac{2R_{\oplus}}{\Delta_{min}} = 3438' \frac{2 \cdot 1.2 \cdot 6371}{\Delta_{min}} = 17.5'$$

Найдем угловой размер планеты А со звезды, пренебрежем радиусом звезды, он много меньше чем расстояние от звезды до планеты:

$$\alpha_A = 3438' \frac{2R_{\oplus}}{a_A} = 3438' \frac{2 \cdot 1.2 \cdot 6371}{0.029 \cdot 1.5 \cdot 10^8} = 12'$$

Найдем угловой размер планеты В со звезды, пренебрежем радиусом звезды, он много меньше чем расстояние от звезды до планеты:

$$\alpha_B = 3438' \frac{2R_{\oplus}}{a_B} = 3438' \frac{2 \cdot 1.2 \cdot 6371}{0.049 \cdot 1.5 \cdot 10^8} = 7.2'$$

Угловой размер звезды с планеты А:

$$\beta_A = 3438' \frac{2R_{\odot}}{a_A} = 3438' \frac{2 \cdot 0.14 \cdot 7 \cdot 10^5}{0.029 \cdot 1.5 \cdot 10^8} = 155' \approx 2.6^\circ$$

Угловой размер звезды с планеты В:

$$\beta_B = 3438' \frac{2R_{\odot}}{a_B} = 3438' \frac{2 \cdot 0.14 \cdot 7 \cdot 10^5}{0.049 \cdot 1.5 \cdot 10^8} = 92' \approx 1.5^{\circ}$$

Ответ. Угловой размер А на небе В и В на небе А - $\theta = 17.5'$, да диск будет виден невооруженным глазом, угловой размер планеты А со звезды $\alpha_A = 12'$, угловой размер планеты В со звезды $\alpha_B = 7.2'$, Угловой размер звезды с планеты А $\beta_A = 2.6^{\circ}$, Угловой размер звезды с планеты В $\beta_B = 1.5^{\circ}$

Критерии оценивания.

16

Радиус орбиты планеты А.....	2
Радиус орбиты планеты В.....	2
Минимальное расстояние между планетами.....	1
Найден угловой размер одной планеты с другой.....	1
Диск планеты виден невооруженным глазом.....	2
Угловой размер планеты А со звезды.....	2
Угловой размер планеты В со звезды.....	2
Угловой размер звезды с планеты А.....	2
Угловой размер звезды с планеты В.....	2

7. Упряжка и Луна

20 баллов

Игнатьев В. Б

Перед вами негатив (цвета инвертированы) фотография Луны, на фоне которой пролетает упряжка Санта-Клауса с оленями. Определите:

- На фоне светлой или темной части лунного диска летит упряжка?
- Сколько оленей помещается в диске Луны?
- Сколько упряжек можно уложить по диаметру Луны?
- Расстояние от фотографа до упряжки, если длина оленя составляет 2 метра, если угловой размер Луны составил в день съемки $31'$

Построение и измерения можно проводить прямо на условии задачи. Лист с условием обязательно сдайте вместе с решениями.

Решение. Так как перед нами негатив, то более темная часть лунного диска на самом деле светлая, следовательно упряжка летит над светлой частью диска.

Определим при помощи линейки размеры оленя - 3 мм, упряжки 20 мм и лунного диска - 120 мм.

Размер упряжки в оленях:

$$a_1 = \frac{120}{3} \approx 40$$

Размер Лунного диска в упряжках

$$a_2 = \frac{120}{20} = 6$$

Определим угловой размер одного оленя:

$$\theta = 31' \cdot 60'' \frac{3}{120} = 47''$$

Следовательно расстояние от фотографа до упряжки, можно получить из формулы углового размера:

$$\theta = 206265'' \frac{2}{\Delta}$$



$$\Delta = 206265'' \frac{2}{\theta} = 206265'' \frac{2}{46.5} = 8872 \text{ м} \approx 8.9 \text{ км}$$

Ответ. А. Светлая сторона, В. 40 оленей, С. 6 упряжек, D. Расстояние до фотографа 8.9 км

Критерии оценивания.	20
Определено, что упряжка видна на фоне светлой стороны	1
Определение размера одного оленя в мм - 2 мм	2
Определение размера Луны	3
ошибка снятых измерений размера Луны больше 1 мм	2
ошибка больше 5 мм	1
ошибка хуже 10 мм	0
Наиболее вероятная ошибка, не определен центр Луны	0
Определение размеров упряжки с точностью не хуже 1 мм	2
Ответ на вопрос, сколько оленей уместится на диске Луны	2
Ответ на вопрос, сколько упряжек уместится на диске Луны	2
Угловой размер одного оленя	4
Ответ на вопрос расстояния до упряжки	4