

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ 2024-2025 УЧ. ГОД
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. КАЛУЖСКАЯ ОБЛАСТЬ
11 КЛАСС

1. «**Экзотика Солнечной системы 11**» (8 баллов). Как называется объект их пояса астероидов, который теперь не относят к этому классу небесных тел, а считают «одноклассником» Плутона?

1. «**Экзотика Солнечной системы 11**» (8 баллов). **Ответ:** Церера. **Критерии оценки:** За правильный ответ ставить 8 баллов. За неправильный ответ, но правильно названный любой объект Солнечной системы ставить 1 балл.

2. «**Подвижная карта звёздного неба 11**» (8 баллов). С помощью подвижной карты звёздного неба определите, на какой наибольшей высоте можно 20 мая наблюдать звезду β Льва, из местности с координатами (широта $\varphi = 25^\circ$, долгота $\lambda = 185^\circ$). На какой наибольшей высоте будет наблюдаться в этот день Солнце в этой же местности? Обязательно поясните, как Вы смогли это определить с помощью подвижной карты, в том числе с помощью рисунка небесной сферы.

2. «**Подвижная карта звёздного неба 11**»

Возможное решение: **Ответ 1:** $h = 80^\circ$.

Пояснение 1: На подвижной карте находим звезду β Льва. Видим, что она расположена почти посередине между кругами склонения 30° и 0° . Будем считать, что склонение этой звезды равно $\delta = 15^\circ$. Делаем рисунок небесной сферы. По рисунку видим, что имеет место соотношение между углами $|h| - |\delta| + |\varphi| + 90^\circ = 180^\circ$.

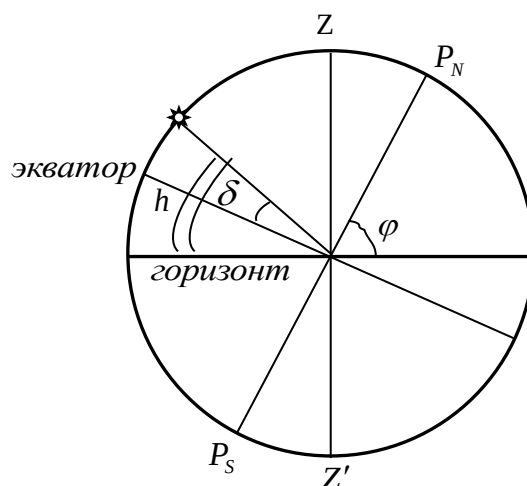
Откуда $|h| = 90^\circ + |\delta| - |\varphi|$

Подставим числа, получаем $|h| = 80^\circ$, $h = 80^\circ$

Ответ 2: $h = 85^\circ$. **Пояснение 2:** На подвижной карте находим линию, соединяющую Полярную звезду (Северный полюс мира) с датой 20 мая.

Находим пересечение этой линии с линией эклиптики. В этом месте в этот день (приблизительно) находится Солнце. Видим, что оно расположено между кругами склонения 30° и 0° , но приблизительно в два раза ближе к кругу 30° . Будем считать, что склонение Солнца в этот день равно $\delta = 20^\circ$.

Опираясь на рисунок к ответу по высоте звезды β Льва. Приходим к выводу, что наибольшая высота Солнца над горизонтом будет приблизительно равна $h = 85^\circ$



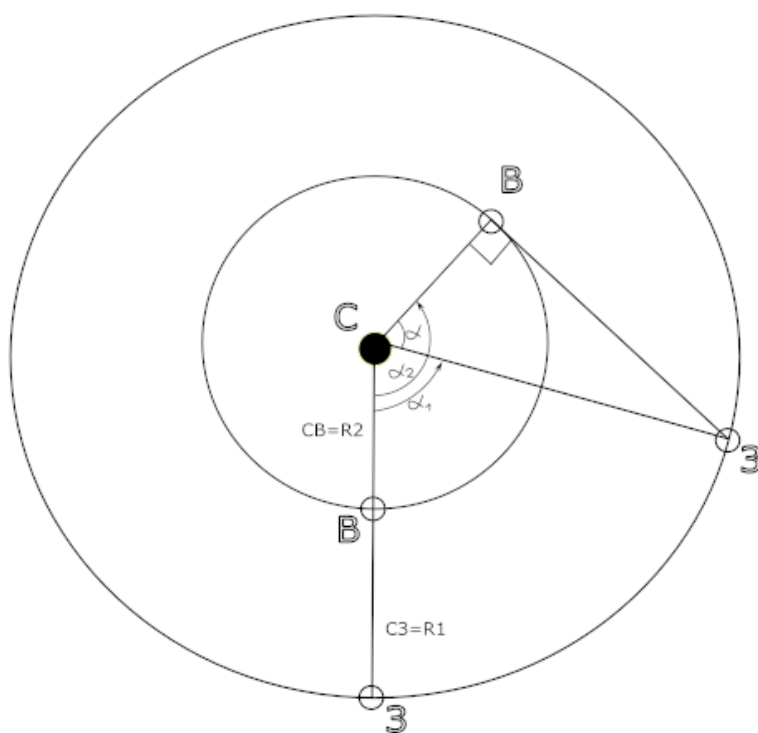
Критерии оценки:

1. Если найдено склонение звезды β Льва в интервале от 13° до 17° и дано понятное объяснение, то ставить 2 балла. Если объяснение есть, но с некоторыми существенными недостатками, то ставить 1 балл. Если объяснения нет, то баллы не ставить.
2. Если найдено склонение Солнца в интервале от 17° до 23° и дано понятное объяснение, то ставить 1 балл. Если объяснение есть, но с некоторыми существенными недостатками, то баллы не ставить.
3. Если сделан правильный рисунок небесной сферы без указания положения звезды (Солнца), то ставить 1 балл.
4. Если правильно указано положение звезды (Солнца) на небесной сфере, то ставить 1 балл
5. Если правильно записано соотношение между высотой склонением и широтой местности, то ставить 1 балл.

6. Если дан правильный ответ для высоты звезды, то ставить 1 балл
 7. Если дан правильный ответ для высоты Солнца, то ставить 1 балл

3. «Элонгация Венеры 11» (8 баллов). Изобразите Солнце, Землю и Венеру в момент нижнего соединения Венеры. Изобразите Солнце, Землю и Венеру в момент западной элонгации Венеры. Через какое время после нижнего соединения Венеры наступит момент её западной элонгации? Орбиты Земли и Венеры считать круговыми. Скорость Венеры 35 км/с, радиус орбиты 108 млн км, скорость Земли 30 км/с, радиус орбиты 152 млн км. Учтите, что если смотреть со стороны Северного полюса мира на Солнечную систему, то планеты движутся против часовой стрелки.

3. «Элонгация Венеры 11»



Ответ: через 71 день.

Возможное решение:

Пусть R_1 – радиус орбиты Земли,

R_2 – радиус орбиты Венеры, тогда

$$\cos \alpha = \frac{R_2}{R_1},$$

$$\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$$

$$\alpha_1 = \omega_1 t,$$

$$\alpha_2 = \omega_2 t$$

$$T_1 = \frac{2\pi R_1}{v_1},$$

$$T_2 = 2\pi R_2 / v_2$$

$$\omega_1 = 2\pi / T_1 = v_1 / R_1, \quad \omega_2 =$$

$$2\pi / T_2 = v_2 / R_2$$

$$\alpha = t(\omega_2 - \omega_1) = t \frac{v_2 R_1 - v_1 R_2}{R_2 R_1}$$

$$t = \frac{v_2 R_1 - v_1 R_2}{R_2 R_1} \arccos(R_2 / R_1)$$

Подставляя значения, получаем 71 день.

Критерии оценки:

Если на рисунке показано, что Венера в момент нижнего соединения находится между Землёй и Солнцем, то ставить 2 балла; если Венера изображена в момент верхнего соединения, то ставить 1 балл

Если на рисунке правильно показана Венера в западной элонгации, то ставить 2 балла; если Венера изображена в восточной элонгации, то ставить 1 балл.

Если найден угол $\cos \alpha$, то ставить 1 балл.

Если найдено соотношение $\alpha = t(\omega_2 - \omega_1)$, то ставить 1 балл

Если учтено соотношение $\omega_1 = 2\pi / T_1 = v_1 / R_1$, то ставить 1 балл

Если получен ответ 71 день, то ставить 1 балл.

4. «*К Венере 11*». Инженеры планируют запустить аппарат для исследования Венеры и их задача выбрать время суток, когда скорость аппарата относительно Солнца будет минимальная. **Вопрос 1.** В какое время нужно производить старт? Если смотреть на земную орбиту со стороны северного полушария, то Земля вращается вокруг Солнца против часовой стрелки. **Вопрос 2.** На сколько за счёт этого удастся снизить скорость относительно средней скорости Земли по орбите, если старт будет производиться с космодрома Восточный 52° с.ш. Радиус Земли 6371 км.

4. «*К Венере 11*». **Ответ на вопрос 1:** В полдень. **Пояснение:** Если Солнце восходит на востоке и, проходя через точку юга, заходит на западе, то значит, вокруг своей оси Земля вращается против часовой стрелки, если смотреть с Северного полушария. Таким образом, сторона Земли, обращенная к Солнцу, движется против движения по орбите, а максимальная обратная скорость достигается в полдень. **Ответ на вопрос 2:** Снизить скорость аппарата получится на 0,29 км/с при старте в полдень с Восточного. **Пояснение:** Расстояние до оси вращения Земли от Восточного $6371 \cdot \cos(52^\circ) = 3922$ км. (1)

Длина окружности движения Восточного вокруг оси Земли равна $2 \cdot 3,1415 \cdot 3922 = 24644$ км. (2)

Скорость суточного движения космодрома вокруг оси Земли равна $24644 \text{ км} / 86400 \text{ с} = 0,285 \text{ км/с}$. (3)

Критерии оценки:

Если дан правильный ответ на вопрос 1, то ставить 1 балл.

Если дано пояснение к правильному ответу, то ставить 3 балла.

Если дан неправильный ответ на вопрос 1, но дано относительно разумное объяснение, то ставить 1 балл

Если дан правильный ответ на вопрос 2, то ставить 1 балл.

Если найдено соотношение (1), то ставить 1 балл.

Если найдено соотношение (2), то ставить 1 балл.

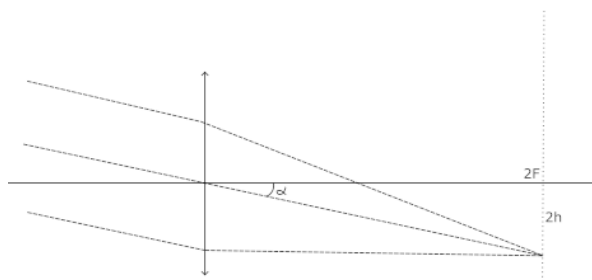
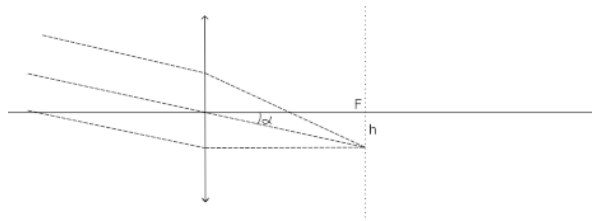
Если найдено соотношение (3), то ставить 1 балл.

5. «*Фото Луны 11*». У любителя астрономии есть два телескопа: маленький диаметром 110 мм с фокусным расстоянием 850 мм, и большой диаметром 220 мм с фокусным расстоянием 1700 мм. Любитель фотографирует сначала Луну на фотоаппарат через маленький телескоп, а затем на этот же фотоаппарат через большой. Во сколько раз нужно изменить выдержку на фотоаппарате (время прохождения света через объектив фотоаппарата), чтобы яркость Луны на снимке получилась одинаковая.

5. «*Фото Луны 11*». **Ответ:** Выдержку следует оставить прежней. **Возможное решение и критерии оценки:** Луну можно считать бесконечно удалённым объектом по сравнению с размерами телескопа и параметрами линз или зеркал. Следовательно, лучи от Луны сходятся точно в фокальной плоскости (2 балла).

Несложное геометрическое построение показывает, что при увеличении фокуса в 2 раза и линейный размер изображения в фокальной плоскости увеличится в 2 раза (2 балла).

Если бы телескопы были одинакового диаметра, то яркость Луны уменьшилась в 4 раза (пропорционально площади изображения) (2 балла).



А т.к. большой телескоп имеет диаметр в два раза больше чем, маленький, т.е. собирает света в 4-е раза больше, то яркость Луны останется прежней (2 балла).

6. «Комета 11». Комета 103P/Hartley в перигелии своей орбиты приближается к Солнцу на 1 а.е., а в афелии удаляется от него на 6 а.е. После последнего приближения кометы к Солнцу в 2023 году, её масса оценивалась в 300 млн тонн. Оцените, сколько ещё примерно лет комета будет существовать, если при каждом приближении к Солнцу она теряет около 2,5 млн тонн вещества, образуя яркий хвост. Считайте, что при каждом возвращении кометы к Солнцу происходит одинаковая потеря массы, а орбита кометы почти не меняется.

6. «Комета 11». Возможное решение и критерии оценки:

Комета сможет совершить 300 млн т/2,5 млн т = 120 оборотов

(1 балл).

Найдем большую полуось орбиты кометы $a_k = (1 \text{ а.е.} + 6 \text{ а.е.})/2 = 3,5 \text{ а.е.}$

(2 балла).

Из III закона Кеплера $\frac{a_k^3}{T_k^2} = \frac{a_0^3}{T_0^2}$

(2 балла),

где a_k и T_k – большая полуось орбиты и период обращения кометы,

a_0 и T_0 – большая полуось орбиты (1 а.е.) и период обращения Земли (1 год),

определим период обращения кометы $T_k = \sqrt{\frac{a_k^3 \cdot T_0^2}{a_0^3}} = \sqrt{\frac{3,5^3 \cdot 1^2}{1^3}} \approx 6,5 \text{ года}$

(2 балла).

Комета проживёт $120 \cdot 6,5 \text{ года} = 780 \text{ лет}$

(1 балл).

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ 2024-2025 УЧ. ГОД
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. КАЛУЖСКАЯ ОБЛАСТЬ
10 КЛАСС

1. «**Экзотика Солнечной системы 10**» (8 баллов). У какой планеты Солнечной системы ось вращения расположена почти в плоскости её обращения вокруг Солнца?

1. «**Экзотика Солнечной системы 10**» (8 баллов). Ответ: Уран. Критерии оценки: За правильный ответ ставить 8 баллов. За неправильный ответ, но правильно названную одна из планет Солнечной системы ставить 1 балл.

2. «**Подвижная карта звёздного неба 10**» (8 баллов). С помощью подвижной карты звёздного неба определите, на какой наибольшей высоте можно 23 сентября наблюдать звезду η Пегаса, из местности с координатами (широта $\varphi = 35^\circ$, долгота $\lambda = 85^\circ$). Обязательно поясните, как Вы смогли это определить с помощью подвижной карты, в том числе с помощью рисунка небесной сферы. На какой наибольшей высоте будет наблюдаться в этот день Солнце в этой же местности? Ответ поясните.

2. «**Подвижная карта звёздного неба 10**»

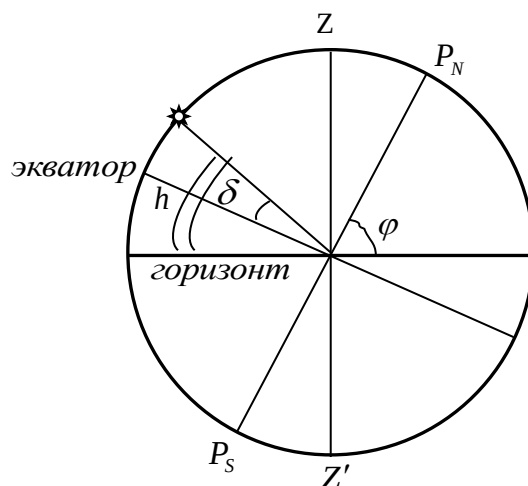
Возможное решение: Ответ 1: $h = 80^\circ$.

Пояснение 1: На подвижной карте находим звезду η Пегаса. Видим, что она расположена практически на круге склонения 30° . Будем считать, что склонение этой звезды равно $\delta = 30^\circ$. Делаем рисунок небесной сферы. По рисунку видим, что имеет место соотношение между углами $|h| - |\delta| + |\varphi| + 90^\circ = 180^\circ$.

Откуда $|h| = 90^\circ + |\delta| - |\varphi|$

Подставим числа, получаем $|h| = 85^\circ$, $h = 85^\circ$

Ответ 2: $h = 78,5^\circ$. Пояснение 2: 23 сентября – день равноденствия значит склонение Солнца в этот день равно 0° . Воспользовавшись рисунком к ответу про звезду, находим, что высота Солнца равна $h = 90^\circ - |\varphi|$, $h = 55^\circ$



Критерии оценки

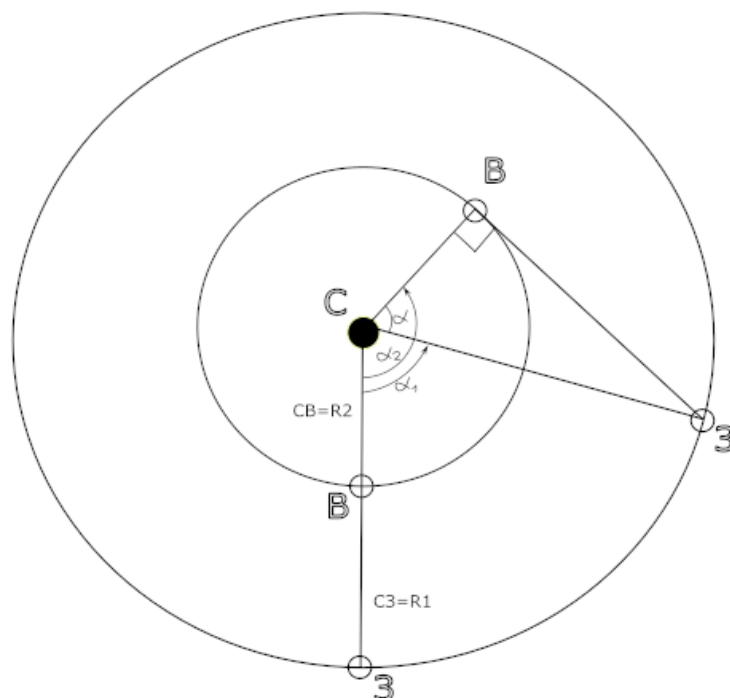
1. Если найдено склонение звезды η Пегаса в интервале от 28° до 32° и дано понятное объяснение, то ставить 2 балла. Если объяснение есть, но с некоторыми существенными недостатками, то ставить 1 балл. Если объяснения нет, то баллы не ставить.
2. Если найдено склонение Солнца и дано понятное объяснение, то ставить 1 балл. Если объяснения нет, то баллы не ставить.
3. Если сделан правильный рисунок небесной сферы без указания положения звезды (Солнца), то ставить 1 балл.
4. Если правильно указано положение звезды (Солнца) на небесной сфере, то ставить 1 балл
5. Если правильно записано соотношение между высотой склонением и широтой местности, то ставить 1 балл.
6. Если дан правильный ответ для высоты звезды, то ставить 1 балл
7. Если дан правильный ответ для высоты Солнца, то ставить 1 балл

3. «**Элонгация Венеры 10**» (8 баллов). Изобразите Солнце, Землю и Венеру в момент нижнего соединения Венеры. Изобразите Солнце, Землю и Венеру в момент западной элонгации Венеры. Через какое время после нижнего соединения Венеры наступит момент её западной элонгации? Орбиты Земли и Венеры считать круговыми. Скорость

Венеры 35 км/с, радиус орбиты 108 млн км, скорость Земли 30 км/с, радиус орбиты 152 млн км. Учтите, что если смотреть со стороны Северного полюса мира на Солнечную систему, то планеты движутся против часовой стрелки.

3. «Элонгация Венеры 10» (8 баллов). Ответ: через 71 день.

Возможное решение:



Пусть R_1 – радиус орбиты Земли, R_2 – радиус орбиты Венеры, тогда $\cos \alpha = \frac{R_2}{R_1}$,

$$\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$$

$$\alpha_1 = \omega_1 t,$$

$$\alpha_2 = \omega_2 t$$

$$T_1 = \frac{2\pi R_1}{v_1},$$

$$T_2 = 2\pi R_2 / v_2$$

$$\omega_1 = 2\pi / T_1 = v_1 / R_1, \omega_2 =$$

$$2\pi / T_2 = v_2 / R_2$$

$$\alpha = t(\omega_2 - \omega_1) = t \frac{v_2 R_1 - v_1 R_2}{R_2 R_1}$$

$$t = \frac{v_2 R_1 - v_1 R_2}{R_2 R_1} \arccos(R_2 / R_1)$$

Подставляя значения, получаем 71 день.

Критерии оценки:

Если на рисунке показано, что Венера в момент нижнего соединения находится между Землёй и Солнцем, то ставить 2 балла; если Венера изображена в момент верхнего соединения, то ставить 1 балл

Если на рисунке правильно показана Венера в западной элонгации, то ставить 2 балла; если Венера изображена в восточной элонгации, то ставить 1 балл.

Если найден угол $\cos \alpha$, то ставить 1 балл.

Если найдено соотношение $\alpha = t(\omega_2 - \omega_1)$, то ставить 1 балл

Если учтено соотношение $\omega_1 = 2\pi / T_1 = v_1 / R_1$, то ставить 1 балл

Если получен ответ 71 день, то ставить 1 балл.

4. «Энергия Солнца 10» (8 баллов).. Солнечная постоянная на орбите Земли составляет 1360 Вт/м^2 – это суммарная энергия солнечного излучения, падающая на площадку в 1 м^2 , перпендикулярную солнечным лучам, за 1 с на расстоянии от Солнца в 1 а.е. Представим, что около Земли развернули панель, площадью с Калужскую область, перпендикулярную солнечным лучам, полностью поглощающую солнечную энергию. Если всю собранную энергию сообщать воде, то сколько времени потребовалось бы, чтобы нагреть и полностью испарить объём воды равный водному запасу озера Байкал? Тепловых потерь нет. Справочные сведения: Площадь Калужской области $29\,777 \text{ км}^2$, Объём воды в озере Байкал $23\,600 \text{ км}^3$, Средняя температура воды в озере Байкал $+10^\circ\text{C}$, Плотность воды 1000 кг/м^3 , Удельная теплоёмкость воды $4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$, Удельная теплота парообразования воды $2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

4. «Энергия Солнца 10» (8 баллов). Возможное решение и критерии оценки:

Энергия E , собираемая панелью равна $E = P \cdot S \cdot \tau$, где P – солнечная постоянная, S – площадь панели, τ – время (2 балла).

Количество теплоты Q , необходимое для нагрева и испарения воды составляет

$Q = cm\Delta t + \lambda m$, где m – масса воды, c – удельная теплоёмкость воды, λ – удельная теплота парообразования воды, Δt – разница температур (2 балла).

Масса воды $m = \rho V$ (1 балл).

Всю энергию сообщаем воде, потерь нет, следовательно

$$P \cdot S \cdot \tau = cm\Delta t + \lambda m, \quad (1 \text{ балл})$$

$$\text{откуда } \tau = \frac{cm\Delta t + \lambda m}{P \cdot S} = \frac{m(c\Delta t + \lambda)}{P \cdot S} = \frac{\rho V(c\Delta t + \lambda)}{P \cdot S} \quad (1 \text{ балл})$$

$$\tau = \frac{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 23,6 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \cdot \left(4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} (100^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) + 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right)}{1360 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \cdot 29,777 \cdot 10^9 \text{ м}^2}$$

$$\tau \approx 1,56 \cdot 10^9 \text{ с} \approx 49,5 \text{ лет} \quad (1 \text{ балл})$$

5. «Луна и Солнце в день равноденствия 10» (8 баллов). В 2019 году в течение одних суток наступило и весеннее равноденствие и полнолуние. Солнце зашло в этот день в Калуге в 18.42. Во сколько приблизительно вошло Солнце в этот день. Во сколько в этот день вошла Луна? Приблизительно сколько времени можно было наблюдать ночью Луну в этот день?

5. «Луна и Солнце в день равноденствия 10» (8 баллов). Возможное решение и критерии оценки. В день равноденствия интервал времени между восходом и заходом Солнца равен приблизительно 12 часов, следовательно, Солнце вошло в 6.42. (2 балла). Луна в полнолуние находится в противоположной стороне от Солнца на небе (2 балла). При этом угол отклонения орбиты Луны от плоскости эклиптики небольшой (5 градусов) (1 балл, про 5 градусов могут не говорить). Значит, Луна восходит приблизительно в 18.42 (1 балла). И видна в течение 12 часов на небе, (2 балла).

6. «Комета 10». Комета 103P/Hartley в перигелии своей орбиты приближается к Солнцу на 1 а.е., а в афелии удаляется от него на 6 а.е. После последнего приближения кометы к Солнцу в 2023 году, её масса оценивалась в 300 млн тонн. Оцените, сколько ещё примерно лет комета будет существовать, если при каждом приближении к Солнцу она теряет около 2,5 млн тонн вещества, образуя яркий хвост. Считайте, что при каждом возвращении кометы к Солнцу происходит одинаковая потеря массы, а орбита кометы почти не меняется.

6. «Комета 10». Возможное решение и критерии оценки:

Комета сможет совершить 300 млн т/2,5 млн т = 120 оборотов (1 балл).

Найдем большую полуось орбиты кометы $a_k = (1 \text{ а.е.} + 6 \text{ а.е.})/2 = 3,5 \text{ а.е.}$ (2 балла).

Из III закона Кеплера $\frac{a_k^3}{T_k^2} = \frac{a_0^3}{T_0^2}$ (2 балла),

где a_k и T_k – большая полуось орбиты и период обращения кометы,

a_0 и T_0 – большая полуось орбиты (1 а.е.) и период обращения Земли (1 год),

определим период обращения кометы $T_k = \sqrt{\frac{a_k^3 \cdot T_0^2}{a_0^3}} = \sqrt{\frac{3,5^3 \cdot 1^2}{1^3}} \approx 6,5 \text{ года}$ (2 балла).

Комета проживёт $120 \cdot 6,5 \text{ года} = 780 \text{ лет}$ (1 балл).

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ 2024-2025 УЧ. ГОД
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. КАЛУЖСКАЯ ОБЛАСТЬ
9 КЛАСС

1. «Экзотика Солнечной системы 9» (8 баллов). У каких планет Солнечной системы отсутствуют естественные спутники?

1. «Экзотика Солнечной системы 9» (8 баллов). Ответ: Меркурий и Венера.

Критерии оценки: За правильное указание одной из планет ставить 5 баллов. За правильное название второй планеты ставить 3 балла. За неправильный ответ, но правильно названную хотя бы одна из планет Солнечной системы ставить 1 балл.

2. «Созвездия 9» (8 баллов) Прочтите стихотворение Наталии Тенновой "Орион".

*Не боясь зимы и стужи, Подпоясавшись потуже,
Для охоты снаряжён Выступает Орион.*

*Две звезды из высшей лиги В Орионе - это Ригель
В правом нижнем уголке, Словно бант на
бабмаке.*

А на левом эпюлете -Бетельгейзе ярко светит.

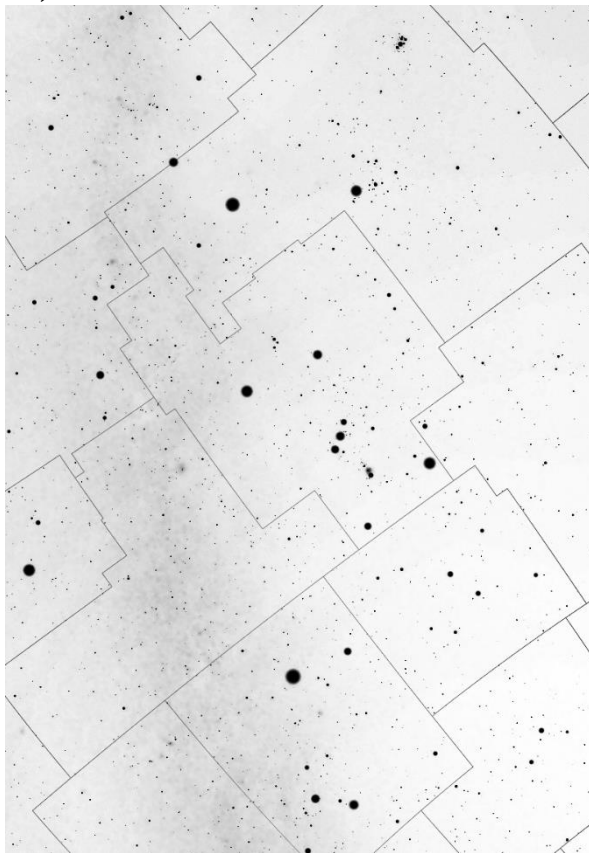
Три звезды наискосок Украшают поясок.

Этот пояс, как подсказка. Он - небесная указка.

Если влево ты пойдёшь, Чудо-Сириус найдёшь.

А от правого конца - Путь в созвездие Тельца.

Он указывает прямо В красный глаз Альдебарана.

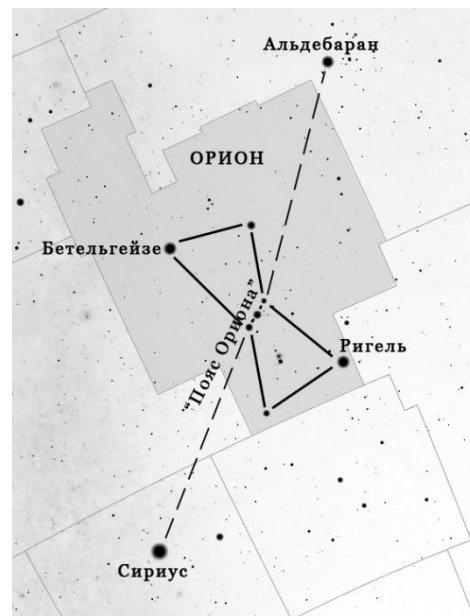


2. «Созвездия 9» (8 баллов) Решение на рисунке. **Критерии оценки:** Показан "пояс Ориона" (4 балла).

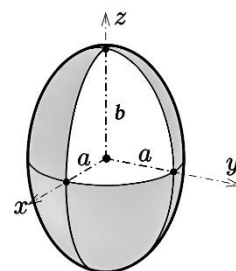
Подписаны звёзды Ригель, Бетельгейзе, Сириус и Альдебаран. (1+1+1+1=4 балла)

3. «Луна и Солнце в день равноденствия 9» (8 баллов). В 2019 году в течение одних суток наступило и весеннее равноденствие и полнолуние. Солнце зашло в этот день в Калуге в 18.42. Во сколько приблизительно вошло Солнце в этот день. Во сколько в этот день вошла Луна? Приблизительно сколько времени можно было наблюдать ночью Луну в этот день?

3. «Луна и Солнце в день равноденствия 9» (8 баллов). **Возможное решение и критерии оценки.** В день равноденствия интервал времени между восходом и заходом Солнца равен приблизительно 12 часов, следовательно, Солнце вошло в 6.42. (2 балла). Луна в полнолуние находится в противоположной стороне от Солнца на небе (2 балла). При этом угол отклонения орбиты Луны от плоскости эклиптики небольшой (5 градусов) (1 балл, про 5 градусов могут не говорить). Значит, Луна восходит приблизительно в 18.42 (1 балла). И видна в течение 12 часов на небе, (2 балла).



4. «Плотность кометы 9» (8 баллов). Комета 9P/Tempel имеет ядро размерами 7,6х4,9 км. Форма ядра сложная, но может быть представлена в первом приближении как эллипсоид вращения (см. рисунок). Объём эллипсоида рассчитывается по формуле $V = \frac{4}{3} \pi \cdot a^2 \cdot b$. Оцените среднюю плотность ядра кометы, если её масса около $7,3 \cdot 10^{13}$ кг. Ответ запишите в кг/м^3 , округлив до целого.



Ядра комет состоят в основном из водяного льда с примесями твёрдых «песчинок». Плотность льда 900 кг/м^3 . Сравните полученное значение средней плотности кометного ядра и плотность льда. Как можно объяснить полученный результат?

4. «Плотность кометы 9» (8 баллов). Возможное решение и критерии оценки.

Определим объём ядра кометы, считая его эллипсоидом вращения.

$$V = \frac{4}{3} \pi \cdot a^2 \cdot b = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot \left(\frac{4900}{2}\right)^2 \cdot \left(\frac{7600}{2}\right) \text{ м}^3 \approx 9,55 \cdot 10^{10} \text{ м}^3 \quad (3 \text{ балла}).$$

$$\text{Найдём плотность } \rho = \frac{m}{V} = \frac{7,3 \cdot 10^{13} \text{ кг}}{9,55 \cdot 10^{10} \text{ м}^3} \approx 760 \text{ кг/м}^3 \quad (2 \text{ балла}).$$

Полученная плотность меньше плотности льда (1 балл).

Можно предположить, что ядро кометы имеет полости (2 балла).

Примечание: школьники могут рассуждать о погрешности оценки размеров и массы ядра кометы, если аргументы разумные, баллы за эту часть выставять в полной мере.

5. «Метеороид ли? 9» (8 баллов). Метеороидами считают космические тела размером от 100 мкм до 30 м. Более крупные объекты относят к астероидам. Площадь самой мощной в России солнечной электростанции составляет 183 га. К какому классу объектов можно было бы отнести тело шарообразной формы, имеющее такую же площадь поверхности?

Справочные сведения: 1 га – площадь квадрата со стороной 100 м.

Площадь сферы вычисляется по формуле $S = 4\pi R^2$, где $\pi = 3,14$

5. «Метеороид ли? 9» (8 баллов). Возможное решение и критерии оценки.

Переведём гектары в квадратные метры $183 \text{ га} = 1830000 \text{ м}^2$ (2 балл).

$$\text{Из формулы } S = 4\pi R^2, \text{ получаем } R = \sqrt{\frac{S}{4\pi}} = \sqrt{\frac{1830000}{4 \cdot 3,14}} \text{ м} \approx 382 \text{ м} \quad (4 \text{ балла}).$$

Это более 30 м, тело отнесли бы к астероидам (2 балла).

6. «Калейдоскоп 9» (8 баллов). Выберите правильные утверждения:

1. Звезда Бетельгейзе находится в созвездии Стрельца
2. Южный Крест указывает направление на Южный полюс
3. Плутон является астероидом
4. Планеты вращаются по орбитам вокруг Солнца в одном направлении
5. Полярная звезда через 10000 лет будет по-прежнему указывать на север
6. Шарообразность Земли стала известна в XVI веке.
7. Видимый угловой размер Луны на Северном полюсе больше, чем на экваторе.
8. С Южного полюса можно увидеть все зодиакальные созвездия.

6. «Калейдоскоп 9» (8 баллов). Ответы: 1 – нет (Орион),

2 – да (длинный отрезок креста указывает на Юг), **3 – нет** (карликовая планета),

4 – да (против часовой стрелки, если смотреть с северного полушария),

5 – нет (из-за прецессии Земли), **6 – нет** (шарообразность Земли доказал Эратосфен III в. до н.э.), **7 – нет** (Луна движется по траектории близкой к эклиптике, которая близка к небесному экватору, поэтому от экваториальных широт до Луны ближе, чем от полюсов),

8 – нет (есть зодиакальные созвездия исключительно северного полушария – Рак, Близнецы, которые никак с Южного полюса не видны).

Критерии оценки: Каждый пункт 1 балл.

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ 2024-2025 УЧ. ГОД
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. КАЛУЖСКАЯ ОБЛАСТЬ
7-8 КЛАСС

1. «**Экзотика Солнечной системы 7-8**» (8 баллов). У какой планеты (каких планет) Солнечной системы имеются кольца?

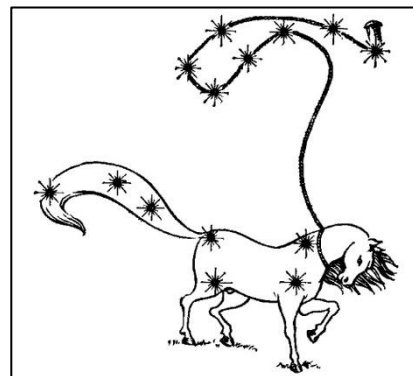
1. «**Экзотика Солнечной системы 7-8**» (8 баллов). **Ответ:** Сатурн, Юпитер, Уран, Нептун. Или просто – у всех планет гигантов. **Критерии оценки:** За указание Сатурна ставить 5 баллов. За указание каждой из других планет гигантов ставить по 1 баллу.

2. «**Созвездия 7-8**» (8 баллов). Разные народы называли и объединяли яркие звёзды на небе по-своему. Темир-Казык ("железный гвоздь") – так называли эту звезду казахи, а в окрестных звёздах видели веревку, наброшенную на шею коня (рис.1). За сутки обегал конь по небесному своду вокруг гвоздя, остававшегося почти неподвижным.

Как называем эту звезду мы?

Почему она остаётся почти неподвижной?

Какие два современных созвездия объединены в фигурку коня на привязи?



2. «**Созвездия 7-8**» (8 баллов). **Возможное решение и критерии оценки:** Темир-Казык – это Полярная звезда (2 балла).

Ось вращения Земли проходит вблизи Полярной звезды, поэтому она почти не сдвигается на небе при суточном движении небесной сферы (2 балла). Если участник укажет, что ось проходит через Полярную, то ставить только 1 балл.

Объединены созвездия Большой Медведицы (2 балла) и Малой Медведицы (2 балла).

3. «**Потерялись звёзды 7-8**» (8 баллов). Установите соответствие между названиями звёзд и названиями созвездий

Вега	Киль
Мицар	Лира
Денеб	Близнецы
Бетельгейзе	Большой пёс
Сириус	Орион
Поллукс	Большая Медведица
Альбирео	Лебедь
Канопус	Малая Медведица

3. «**Потерялись звёзды 7-8**» (8 баллов). **Ответ:** Вега – Лира, Мицар – Большая Медведица, Денеб – Лебедь, Бетельгейзе – Орион, Сириус – Большой пёс, Поллукс – Близнецы, Альбирео – Лебедь, Канопус – Киль.

Критерии оценки: Каждый правильный ответ 1 балл.

4. «**Путеводная звезда 7-8**». (8 баллов).

Какую географическую информацию можно получить из наблюдения Полярной звезды?

В каких местах земного шара Полярная звезда не может быть ориентиром?

Есть ли места на Земле, откуда видны все созвездия на небе?.

4. «**Путеводная звезда 7-8**». (8 баллов). **Возможное решение и критерии оценки**

1 вопрос – направление на север (2 балла), географическую широту наблюдателя (2 балла).

2 вопрос – в южном полушарии (2 балла). 3 вопрос – экватор (2 балла).

5. «**Полярное сияние 7-8**»(8 баллов). 10 октября 2024 г. над всей территорией Северного полушария Земли выше 30°с. ш. можно было наблюдать полярное сияние. Наиболее яркие моменты сияния пришлись на 20:00, 21:30, 23:40 и 2:35 (уже 11 октября) по московскому времени. Три юных любителя астрономии Ваня, Маша и Саша наблюдали это явление. В

таблице указаны города, в которых находились ребята. Кому удалось увидеть все четыре ярких фазы сияния? Погода у всех была ясной. Ответ обоснуйте.

Имя астронома	Город	Время по сравнению со всемирным временем UTC	Координаты города
Ваня	Иркутск	UTC+8	52°17'00" с. ш. 104°00'18' в. д.
Маша	Лондон	UTC+0	51°30'26" с. ш. 00°07'39" з. д.
Саша	Калуга	UTC+3	54°32'00" с. ш. 36°16'00" в. д.
	Москва	UTC+3	55°45'21" с. ш. 37°37'04" в. д.

5. «Полярное сияние 7-8» (8 баллов). Возможное решение Определим местное время в городах проживания мальчиков в наиболее яркие моменты сияния. Заметим, что время в Иркутске отличается от всемирного на 8 часов, а московское время на 3 часа, следовательно, время в Иркутске опережает московское на 5 часов, а в Лондоне отстаёт на 3 часа от московского (2 балла + по 1 баллу за каждый город, причем не обязательно определять все моменты сияний, достаточно для Иркутска узнать время четвертой волны, а для Лондона первой).

	Первая волна	Вторая волна	Третья волна	Четвертая волна
Москва +0	20:00, 10 октября	21:30, 10 октября	23:40, 10 октября	2:35, 11 октября
Калуга +0	20:00, 10 октября	21:30, 10 октября	23:40, 10 октября	2:35, 11 октября
Иркутск +5	1:00, 11 октября	2:30, 11 октября	5:40, 11 октября	7:35, 11 октября
			Начинает светать	утро, светло
Лондон -3	17:00, 10 октября	18:30, 10 октября	20:40, 10 октября	23:35
	Вечер, ещё светло	Небо ещё не полностью потемнело		10 октября

Указанные города располагаются на средних широтах северного полушария. Длительность дня 10 октября на этих широтах составляет чуть больше 12 часов (недавно прошёл день осеннего равноденствия) (2 балла). Получается, что полностью всё увидел Саша в Калуге (1 балл).

6. «Элонгация Венеры 7-8» (8 баллов). В момент весеннего равноденствия Венера достигла восточной элонгации относительно Солнца. Считая, что Венера движется в плоскости эклиптики, которая наклонена на угол приблизительно 23° относительно небесного экватора, выберите правильные утверждения.

- а) Венера в Калуге видна перед восходом Солнца
- б) На Северном полюсе Венера находится выше горизонта
- в) На Земле есть места, где Венера в это день вообще не видна
- г) В момент элонгации угол между Солнце-Земля-Венера равен 90°

6. «Элонгация Венеры 7-8» (8 баллов). Возможное решение и критерии оценки.

- а) Неправильно. Дневное движение Солнца по небу с востока на запад. Венера находится восточнее Солнца, следовательно, заходит после него. А восходит сначала Солнце, а потом Венера (2 балла).
- б) Правильно. Восточнее по эклиптике выше над небесным экватором, который на полюсе совпадает с горизонтом. Солнце по небу в течение года движется с запада на восток по эклиптике. В момент весеннего равноденствия Солнце находится в пересечении эклиптики и небесного экватора. Часть эклиптики, которая лежит восточнее этой точки, находится выше небесного экватора (т.к. там точка летнего солнцестояния). Венера находится восточнее Солнца, следовательно, выше над небесным экватором в Северном полушарии. (2 балла).
- в) Правильно. Например, Южный полюс. Там Венера будет в той части эклиптики, которая под горизонтом (2 балла).
- г) Неправильно. Угол максимального отклонения от Солнца для внутренних планет не может быть равен 90° (2 балла).