Астрономия, 10 класс, муниципальный этап

Общие рекомендации для членов жюри

1. Решение каждой задачи предлагается оценивать по **8-бальной** системе. Максимальное количество баллов присуждается только при наличии объяснения полученного результата.
2. При проверке работ несколькими членами жюри целесообразно распределить задачи между проверяющими так, чтобы одну задачу проверял только один член жюри. Это позволяет сохранить объективность проверки.
3. Организатор олимпиады должен предоставить участнику дополнительные данные, необходимые для получения численного результата в соответствии с содержанием текстов заданий.
4. При численных расчетах необходимо соблюдать правила действия с приближенными величинами.
5. Итоговый результат каждой работы рекомендуется представлять как сумму всех баллов, набранных участниками олимпиады за все задачи.

Решения

Задание 1.

По ярким звездам устанавливаем название созвездия – Орион. Это созвездие хорошо видно на «небе» в зимнее время года. Следовательно, Солнце сближается с Орионом летом. Орион не является зодиакальным созвездием.

Ответ: Орион. Лето.

Рекомендации для жюри:
Указание, на то, что изображенное на рисунке созвездие – Орион, оценивается в 4 балла. Правильный ответ о времени года сближения Солнца с этим созвездием (на небесной сфере) повышает оценку еще на 4 балла.

Задание 2.

21 июня – день летнего солнцестояния. Склонение Солнца δ_1 в этот день составляет $+23°26'$. По условию Солнце находится в нижней кульминации. Его высоту в этот момент времени в данном пункте определим из условия

$90° - h = 180° - \varphi_1 - \delta_1$ или $h = \varphi_1 + \delta_1 - 90°$.

Подставляя числовые значения φ_1 и δ_1, найдем
$h = -8°16'$.

В день зимнего солнцестояния – 23 декабря, – склонение Солнца $\delta_2 = -23°26'$. Если на искомой широте φ_2 Солнце кульминирует к югу от точки зенита, то выполняется условие
$90° - h = \varphi_2 - \delta_2$
и
$\varphi_2 = 90° - h + \delta_2$.

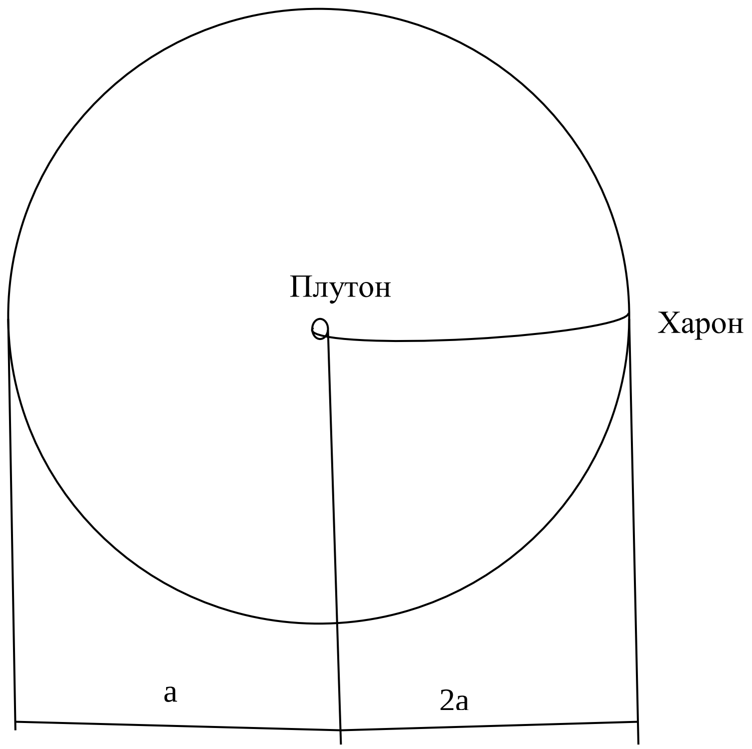
Окончательно,
$\varphi_2 = 74°50'$.

Ответ: $74°50'$.

Рекомендации для жюри:
Оценки склонений Солнца в дни солнцестояний – по 1 баллу.
Определение высоты Солнца в нижней кульминации – 2 балла.
Оценка широты, на которой Солнце кульминирует к югу от зенита –2 балла.
Рассмотрение случая кульминации Солнца к северу от зенита – 1 балл.
Верные вычисления – 1 балл.

Задание 3.

Гипотетическое движение Харона по прямой линии представим происходящим по эллиптической траектории с периодом T_1 и большой полуосью a_1 (см. рисунок).



Обозначим через a – большую полуось орбиты Харона. Время падения Харона на Плутон примем равным

$$\tau = T_1/2. \tag{1}$$

По III закону Кеплера, параметры истинной и гипотетической орбит Харона связаны соотношением

$$\frac{T_1^2}{T^2} = \frac{a_1^3}{a^3}. \tag{2}$$

Здесь (см. рисунок)

$$a_1 = \frac{a}{2}. \tag{3}$$

Из уравнений (1), (2), (3), имеем

$$\tau = \frac{T}{4\cdot\sqrt{2}}. \tag{4}$$

Подставляя числовое значение орбитального периода, получим

$$\tau = 1.12960\ сут. = 1.13\ сут.$$

Ответ: 1.13 сут.

Рекомендации для жюри:

Рисунок оценивается в 2 балла.

Оценка значения времени падения Харона на Плутон (в буквах) – через половину периода движения по гипотетической вытянутой эллиптической орбите – дает 1 балл.

Выражение для большой полуоси гипотетической орбиты Харона (через большую полуось истинной обиты Харона) увеличивает оценку на 1 балл.

Применение III закона Кеплера дает 2 балла.

Верные вычисления значения τ повышают оценку еще на 2 балла.

<u>Задание 4.</u>

Предельные звездные величины регистрируемых объектов $m_Т$ и $m_ч$ и диаметры объектива телескопа и глаза человека $D_Т$ и $d_ч$, соответственно, связаны соотношением (приближенным)

$$lg\frac{D_T^2}{d_ч^2} = 0.4 \cdot (m_T - m_ч).$$

Тогда,

$$m_T = m_ч + 5 \cdot lg\frac{D_T}{d_ч}.$$

Подставляя числовые значения, найдем

$$m_T = 6 + 5 \cdot lg\frac{42}{0.006} = 25.22^m.$$

Ответ: 25.22^m – приближенная оценка.

Рекомендации для жюри:

Указание на формулу Погсона дает 3 балла. (Связь освещенностей, создаваемых на Земле двумя небесными телами и их звездными величинами).

Установление связи между значениями диаметров объектива телескопа и глаза человека и соответствующими предельными звездными величинами – 3 балла.

Верные вычисления увеличивают оценку еще на 2 балла.

При определении проницающей способности телескопа по формуле m = 2 + 5lgD, где D измеряется в миллиметрах, ставится оценка не выше 4 баллов.

<u>Задание 5.</u>

Найдем светимость звезды по закону Стефана–Больцмана $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$.

Здесь $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8}$ Вт. $(К^4 \cdot м^2)$ – постоянная Стефана–Больцмана.

В числовой форме $L = 4 \cdot \pi \cdot (10^9)^2 \cdot (10000)^4 \cdot 5.67 \cdot 10^{-8} = 2.963 \cdot 10^{27}$ Вт.

Для определения массы M звезды, воспользуемся зависимостью «масса–светимость» для звезд главной последовательности

$$\frac{L}{L_C} = \left(\frac{M}{M_C}\right)^{3.9}.$$

Здесь $L_C = 3.88 \cdot 10^{26}$ Вт – светимость Солнца, $M_C = 1.989 \cdot 10^{30}$ кг – масса Солнца.

Тогда, выражая массу звезды в массах Солнца, получим

$$\frac{M}{M_C} = \left(\frac{L}{L_C}\right)^{\frac{1}{3.9}}.$$

Отсюда

$$\frac{M}{M_C} = \left(\frac{2.963 \cdot 10^{27}}{3.88 \cdot 10^{26}}\right)^{\frac{1}{3.9}} \approx 1.6841 \approx 1.68.$$

Ответ: 1.68.

Рекомендации для жюри:
Использование закона Стефана–Больцмана для мощности излучения абсолютно черного тела дает 2 балла.
Верные вычисления светимости звезды увеличивают оценку на 2 балла.
Знание соотношения «масса–светимость» повышает оценку еще на 2 балла.
Вычисление массы звезды дает еще 2 балла.
Не считается ошибкой степень (1/4), вместо степени (1/3.9). В этом случае ответ $M/M_C = 1.67$ *считается верным.*

__**Задание 6.**__

По известному начальному параллаксу звезды определим ее начальное расстояние от Солнца r_0 в парсеках (см. рисунок 1)

$$r_0 = \frac{1}{\pi''} = \frac{1}{0.01} = 100 пк.$$

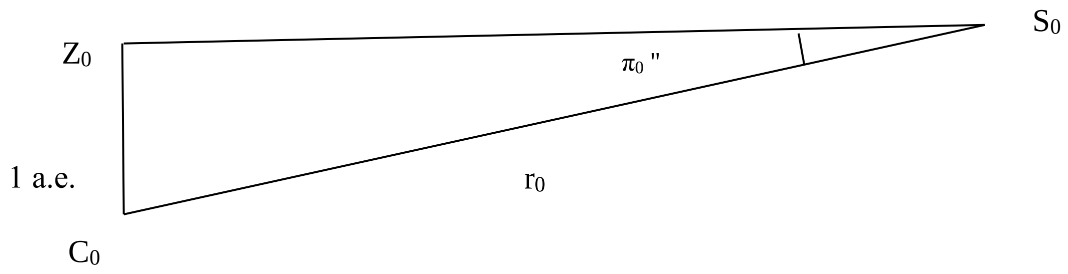


Рисунок 1. Z_0 – Земля, C_0 – Солнце, S_0 – звезда, r_0 – расстояние от Солнца до звезды в начальный момент времени. Z_0S_0 = 1 а.е. π_0'' – начальный годичный параллакс звезды.

Рассмотрим модель равномерного и прямолинейного движения звезды (относительно Солнца). Полную скорость $\boldsymbol{V}$ = const движения звезды разложим на радиальную $\boldsymbol{V}_r$ и тангенциальную $\boldsymbol{V}_t$ составляющие (см. рисунок 2).

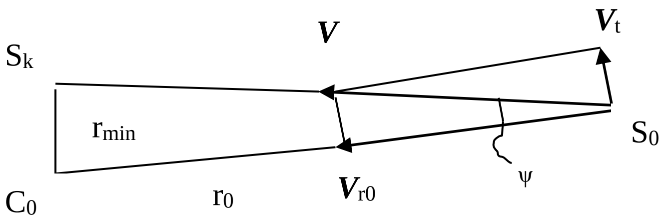


Рисунок 2. Составляющие вектора скорости ***V*** звезды (относительно Солнца).
$S_к$ – конечное положение звезды.

Из приведенного рисунка находим

$r_{min}=r_0 \cdot sin\psi$.

Из треугольника скоростей находим

$$sin\psi = \frac{V_t}{\sqrt{V_t^2 + V_r^2}}.$$

Тогда

$$r_{min} = r_0 \cdot \frac{V_t}{\sqrt{V_t^2 + V_r^2}}.$$

Используем числовые данные.

$$r_{min} = 100 \cdot \frac{3}{\sqrt{3^2 + 4^2}} = 60 пк.$$

$\pi_{max}=1/r_{min}=(1/60)''\approx 0.017''$.

Ответ: 60 пк. 0.017".

Рекомендации для жюри:
Рисунки оценивается по 2 балла (или 1 общий рисунок – 4 балла).
Определение начального расстояния до звезды по значению ее начального параллакса – 1 балл.
Вывод формулы для минимального расстояния – 1 балл.
Определение sinψ увеличивает оценку на 1 балл.
Верные вычисления повышают оценку на 1 балл.