

По теоретическому туру максимальная оценка результатов участника возрастной группы 10 класс определяется арифметической суммой всех баллов, полученных за выполнение заданий и не должна превышать 48 баллов.

10 КЛАСС

ЗАДАНИЕ 1.

Решение: Лучевая скорость находится из

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v_r}{c}$$

$$v_r = 54 \text{ км/с}$$

$$v_t = 4,74 \frac{\mu}{p} = 20 \text{ км/с}$$

Пространственная скорость

$$v = \sqrt{v_r^2 + v_t^2} = 58 \text{ км/с}$$

Критерии оценивания (максимум – 8 баллов). Вычисление лучевой скорости – 3 балла. Вычисление тангенциальной скорости – 3 балла. Нахождение пространственной скорости – 2 балла.

ЗАДАНИЕ 2.

Решение: В оптическом диапазоне можно использовать значение длины волны $\lambda \approx 550 \text{ нм}$. Диаметр объектива получается из уравнения для разрешения

$$D = \frac{\lambda}{\theta} = \frac{550 \cdot 10^{-9} \text{ м} \cdot 206265''}{1,38''} = 0,08 \text{ м} = 8 \text{ см}$$

Требуемое увеличение:

$$\Gamma = \frac{2'}{1,38''} = 87$$

$$\Gamma = \frac{F}{f}, \text{ фокусное расстояние окуляра } f = \frac{F}{\Gamma} = \frac{80 \text{ см}}{87} = 0,9 \text{ см}$$

Критерии оценивания (максимум – 8 баллов). Нахождение диаметра объектива - 3 балла. Вычисление увеличения – 3 балла. Фокусное расстояние окуляра – 2 балла.

ЗАДАНИЕ 3.

Решение: судя по угловому разносу и расстоянию, большая полуось равна

$$A = \rho \cdot D = \frac{4'' \cdot 10 \text{ ПК}}{206265''} = 40 \text{ а. е.}$$

Согласно третьему закону Кеплера

$$m_1 + m_2 = \frac{A^3}{T^2} = \frac{40^3}{100^2} = 6,4 M_{\odot}$$

Пусть большая полуось одного компонента равна $a_1=3''$, а другого $a_2=1''$. Теперь массы компонентов можно определить отдельно:

$$m_1 a_1 = m_2 a_2 \quad \text{отсюда} \quad m_1 = \frac{a_2}{a_1} m_2 = \frac{m_2}{3}$$

$$m_1 + m_2 = 6,4 M_{\odot} \quad m_1 = 1,6 M_{\odot} \quad , \quad m_2 = 4,8 M_{\odot}.$$

Критерии оценивания (максимум – 8 баллов). Нахождение большой полуоси – 2 балла. Вычисление суммы масс компонентов – 2 балла. Вычисление масс по отдельности по 2 балла.

ЗАДАНИЕ 4.

Решение: абсолютная звездная величина Солнца примерно $+5^m$. Это означает, что Солнце, находясь на расстоянии 10 пк, имело бы видимую звездную величину $+5^m$. Если Солнце будет располагаться в 10 раз дальше, то освещенность, создаваемая им (прямо пропорциональная светимости и обратно пропорциональная квадрату расстояния) станет меньше в 10^2 раз. Следовательно, светимость звезды в 100 раз больше, чем светимость Солнца. Тогда для того, чтобы освещенность, создаваемая звездой на планете, совпадала с освещенностью, создаваемой Солнцем на Земле, нужно, чтобы планета располагалась от звезды в 10 раз дальше, чем Земля от Солнца, т.е. искомое расстояние должно равняться 10 а.е.

Критерии оценивания (максимум – 8 баллов). Оценка светимости звезды - 4 балла. Нахождение расстояния – 4 балла.

ЗАДАНИЕ 5.

Решение: зная прямое восхождение звезды, и измерив, ее часовой угол, можно определить звездное время. Между звездным временем, часовым углом и прямым восхождением светила имеется зависимость, которую через координаты звезды можно записать в виде $S=t+\alpha$. Т.к. в момент верхней кульминации часовой угол t равен 0, то $S=20ч25м39с$. В момент нижней кульминации $t=12ч$, тогда $S=12+\alpha=8ч25м39с$.

Критерии оценивания: нахождение звездного времени для нижней и верхней кульминации по 4 балла.

ЗАДАНИЕ 6.

Решение: Поскольку наклон плоскости орбиты Луны к плоскости эклиптики $i \approx 5^\circ$, склонение Луны в течение периода прецессии линии узлов (18,6 лет) изменяется в пределах

$$-(\varepsilon+i) \leq \delta \leq +(\varepsilon+i)$$

где $\varepsilon = 23,5^\circ$ наклон эклиптики к экватору, отсюда

$$-28,5^\circ \leq \delta \leq +28,5^\circ$$

Воспользуемся формулой для высоты светила в верхней кульминации: $h = 90^\circ - \varphi + \delta$.

Для высоты Луны в верхней кульминации имеем неравенства

$$-0,5^\circ \leq h \leq 56,5^\circ$$

Бывают, следовательно, периоды времени, когда Луна в Якутске не поднимается над горизонтом хотя бы раз в 18,6 года.

Критерии оценивания (максимум – 8 баллов). Вычисления склонения Луны - 4 балла (по 2 балла за предельные значения), вычисления высоты Луны - 4 балла (по 2 балла за предельные значения).