



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады
по астрономии
Ленинградская область

2019/2020

10 класс

Максимальный балл за всю работу равен 40

1. Видимая звездная величина звезды Кастор равна $1^m.15$. Расстояние до нее составляет 32.6 световых лет. Определите абсолютную звездную величину Кастора.

Решение (8 баллов):

Переведем расстояние до звезды из световых лет в парсеки. Так как $1 \text{ пк} = 3.26 \text{ св. лет}$, то расстояние до Кастора составляет 10 парсек. По определению, абсолютная звездная величина объекта — видимая звездная величина как раз на этом расстоянии. Таким образом, ответ: $1^m.15$.

2. Угловой размер двойной системы $0''.1$. Расстояние до системы — 10 парсек. Известно, что соотношение масс компонент составляет 1:3. Найдите барицентрические расстояния (расстояния от центра масс) компонент системы.

Решение (8 баллов):

Из определения парсека следует, что 1 астрономическая единица видна с расстояния 1 пк под углом $1''$. Тогда линейный размер системы будет $0.1'' \cdot 10 \text{ пк} = 1 \text{ а.е.}$. Далее воспользуемся соотношением для центра масс: $M_1 \cdot a_1 = M_2 \cdot a_2$, где a_i — расстояния до центра масс, M_i — массы компонент. Отсюда следует, что соотношение барицентрических расстояний равно соотношению масс 1:3. Тогда барицентрическое расстояние для более массивной звезды равно 0.25 а.е., менее массивной — 0.75 а.е.

3. Посчитайте, какую часть небесной сферы замечает МКС за один виток по орбите. Считайте, что МКС имеет размеры 100×100 метров. Высота полета МКС — 400 км.

Решение (8 баллов):

Из линейных размеров МКС и расстояния до нее получаем, что угловые размеры МКС — 50×50 угловых секунды. Тогда площадь МКС равна 2500 квадратных угловых секунд или же $2 \cdot 10^{-4}$ квадратных градусов. Вычислим площадь, замечаемую МКС. Угловой размер МКС составляет примерно $1/26000$ окружности. Следовательно, МКС «помещается» в окружности своей орбиты примерно 26000 раз. Тогда замечаемая ею площадь равна $2 \cdot 10^{-4} \cdot 2.6 \cdot 10^4 \approx 5$ квадратных градусов. Сфера имеет площадь примерно 40000 квадратных градусов. Тогда МКС замечает $5/40000 = 1/8000$ часть небесной сферы.

4. Диаметр космического телескопа им. Джеймса Уэбба составляет 6.5 метров. Он будет наблюдать на длине волны 13 мкм. Сможет ли телескоп разрешить двойную систему, компоненты которой находятся на угловом расстоянии $0''.6$ друг от друга?

Решение (8 баллов):

Дифракционный предел телескопа вычисляется на основании данных в условии диаметра зеркала D и рабочей длины волны λ :

$$\varphi = \frac{\lambda}{D} = \frac{13 \times 10^{-6}}{6.5} \times 206265'' = 2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^5 = 4 \times 10^{-1} = 0''.4.$$

Так как дифракционный предел телескопа получился меньше, чем расстояние между компонентами двойной системы, значит, телескоп сможет разрешить систему.

5. Звезда, едва видимая невооруженным глазом на небе Земли и находящаяся на расстоянии 100 пк от Солнца, обладает собственным движением $0.1''/\text{год}$ и лучевой скоростью -20 км/с. С какой скоростью звезда движется относительно Солнца? Приближается она к Солнцу или отдаляется от него?

Решение (8 баллов):

Отрицательное значение лучевой скорости означает, что объект приближается к Солнцу. Если разложить полную скорость на перпендикулярные компоненты — лучевую v_r и тангенциальную v_τ скорость — то полная скорость будет равна $v = \sqrt{v_r^2 + v_\tau^2}$. Лучевая скорость дана в условиях, тангенциальная скорость определяется по данным о расстоянии r до объекта и о его собственном движении μ :

$$v_\tau = 4.74r\mu = 4.74 \cdot 100 \cdot 0.1 = 47.4 \text{ км/с.}$$

Тогда полная скорость объекта

$$v = \sqrt{v_r^2 + v_\tau^2} = \sqrt{20^2 + 47.4^2} \approx 51 \text{ км/с.}$$