



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады
по астрономии
Ленинградская область

2020/2021

11 класс

Максимальный балл за всю работу равен 40

1. 13 октября Марс окажется в противостоянии (направлении, противоположном направлению на Солнце), а 31 октября в противостоянии будет находиться Уран. Оцените угловое расстояние между Марсом и Ураном 13 октября.

Решение (8 баллов):

Уран находится далеко от Солнца и совершает полный оборот вокруг него более чем за 80 лет, вследствие чего его положение относительно звезд за полмесяца можно считать не изменяющимся. Таким образом, искомое угловое расстояние между Марсом и Ураном — это расстояние между точками, в которых произойдет противостояние Марса 13 октября и противостояние Урана 31 октября. Эти точки на небе диаметрально противоположны положениям Солнца в те же даты, так что задача сводится к выяснению, какое угловое расстояние Солнце пройдет на небе с 13 по 31 октября. Поскольку за 365 с четвертью суток Солнце проходит 360° , с достаточной точностью можно считать, что средняя скорость движения Солнца составляет около 1° в сутки. Таким образом, ответ — около 18° .

2. По одной из оценок, в шаровом скоплении ω Центавра содержится около 10 миллионов звезд, а диаметр самого скопления составляет около 50 пк. Во сколько раз среднее расстояние между звездами скопления меньше среднего расстояния между звездами в окрестности Солнца, если известно, что в солнечной окрестности концентрация звезд составляет около 0.1 звезды в пк^3 ?

Решение (8 баллов):

Сначала определим, какой объем приходится на каждую звезду внутри шарового скопления. Для этого поделим объем скопления на количество звезд в нем:

$$V_1 = \frac{V}{N} = \frac{\frac{1}{6}\pi D^3}{N} = \frac{\frac{1}{6}\pi \cdot 50^3}{10^7} \approx \frac{\frac{1}{2} \cdot 1.25 \cdot 10^5}{10^7} = 6.25 \cdot 10^{-3} \text{ пк}^3.$$

На каждую звезду в окрестности Солнца приходится $V_0 = 1/0.1 = 10 \text{ пк}^3$. Тогда отношение таких элементарных объемов будет равно

$$\frac{V_0}{V_1} = \frac{10}{6.25 \cdot 10^{-3} \text{ пк}^3} \approx 1.6 \cdot 10^3.$$

Для простоты предположим, что элементарный объем является кубом. Тогда отношение объемов будет равно кубу отношений радиусов, отсюда отношение средних расстояний будет равно кубическому корню из полученного выше числа: $\sqrt[3]{1.6 \cdot 10^3} \approx 11.7$, так что средние расстояния различаются почти в 12 раз.

3. Оцените величину поглощения (в звездных величинах) на луче зрения от Солнца до рассеянного скопления, если его радиус равен 7 световым годам, угловой диаметр равен 6 угловым минутам. Видимая звездная величина скопления равна 7^m , а абсолютная звездная величина равна -6^m .

Решение (8 баллов):

Сначала определим расстояние до скопления, пользуясь информацией о угловом и линейном радиусе. Поскольку угловые размеры скопления малы, то расстояние определяем через отношение линейного и углового радиусов:

$$r \approx \frac{R}{\alpha} = \frac{7 \text{ св. лет}}{\frac{6}{2} \cdot 60 \cdot \frac{1}{206265}} = 8 \cdot 10^3 \text{ св. лет} \approx 2.5 \cdot 10^3 \text{ пк.}$$

С учётом поглощения A связь между видимой звёздной величиной m , абсолютной звёздной величиной M и расстоянием r имеет вид

$$m = M - 5 + 5 \lg r + A.$$

Отсюда

$$A = m - M + 5 - 5 \lg r = 7 - (-6) + 5 - 5 \lg(2.5 \cdot 10^3) \approx 1.$$

4. Определите максимальную элонгацию астероида 2020 AV2 при наблюдении с Земли, если большая полуось его орбиты равна 0.555 а.е., а эксцентриситет равен 0.177. Орбиту Земли считайте круговой.

Решение (8 баллов):

В условиях задачи максимальная элонгация соответствует наибольшему угловому удалению объекта от Солнца при наблюдении с Земли. Такая конфигурация будет достигаться в момент, когда луч зрения наблюдателя пройдет по касательной к точке орбиты, наиболее удалённой от Солнца, то есть к точке афелия.

В точке афелия расстояние от Солнца до астероида равно

$$r_\alpha = a(1 + e) = 0.555 \cdot (1 + 0.177) \approx 0.653 \text{ а.е.}$$

Угловое расстояние l , соответствующее данному линейному расстоянию, можно определить из прямоугольного треугольника «Солнце – астероид – Земля»:

$$\sin l = \frac{r_\alpha}{a_\oplus} = \frac{0.457}{1} = 0.653.$$

Получаем, что $l = 41^\circ$.

5. Начинаящий астроном Вася заинтересовался туманностью IC 3568 («Кусочек лимона»). У Васи есть любительский телескоп с диаметром зеркала 80 мм. Может ли Вася надеяться рассмотреть в телескоп хоть какие-то детали этого объекта, если видимый диаметр туманности равен приблизительно $0'.17$?

Решение (8 баллов):

Сначала определим разрешающую способность телескопа. Если она будет хотя бы в несколько раз меньше видимых размеров туманности, то можно надеяться различить в ней отдельные детали. Разрешающая способность телескопа — минимальное угловое расстояние между точками, которые еще можно различить как отдельные объекты — может быть вычислена как

$$\alpha [\text{рад}] = 1.22 \frac{\lambda}{D} = 1.22 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-7} \text{ м}}{0.080 \text{ м}} \approx 7.6 \cdot 10^{-6} [\text{рад}] = 1''.6.$$

Угловой диаметр туманности составляет $0'.17 \cdot 60 = 10''.2$, примерно в 6.5 раз больше разрешающей способности телескопа. Следовательно, итоговый ответ — да, надеяться можно.