

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
Окружной тур
11 класс

Задание 1. Венера вступила в тесное соединение с Марсом. У какой из двух планет видимый диаметр в это время больше?

Решение задания 1. Во время соединения Венера находится к нам ближе, чем Марс, вне зависимости от своей конфигурации. Диаметр Венеры больше диаметра Марса, следовательно, ее угловые размеры были также больше.

Задание 2. В 2002 году был открыт транснептуновый объект пояса Койпера Кварвар (англ. Quaoar, «кваоар») в созвездии Змееносца.

Кварвар был самым большим из тел Солнечной системы, обнаруженным с момента открытия Плутона в 1930 году до начала 2003. Расстояние Кварвара от Солнца в перигелии 41,9 а.е., в афелии 44,9 а.е. Как долго Кварвар будет перемещаться по созвездиям Змееносца, если Солнцу для этого требуется около 20 суток?

Решение задания 2.

Среднее расстояние от Солнца

$$a = \frac{41,9 \text{ а.е.} + 44,9 \text{ а.е.}}{2} = 43,4 \text{ а.е.}$$

По третьему закону Кеплера

$$T_k^2 = a^3$$

$$T = \sqrt{(43,4)^3} = 286 \text{ лет}$$

Таким образом за год планета перемещается всего на $360^\circ/286 = 1,25^\circ/\text{год}$ или на $\sim 10''/\text{сутки}$. Протяженность созвездия Змееносца составляет около $10\text{-}20^\circ$ (это не нужно помнить, хотя бы грубо оценить), так что, все созвездие Кварвар пройдет примерно за 10-20 лет. (Плутон перемещается чуть быстрее, примерно на $14''/\text{сутки}$, его сидерический период обращения вокруг Солнца 248 лет)

Задание 3. Во сколько раз размеры звезды-сверхгиганта со светимостью $10000 L_\odot$ больше, чем звезды главной последовательности, если их температуры одинаковы и равны 5800° ?

Решение задания 3.

Звезда главной последовательности с температурой 5800° - это Солнце.

Светимость Солнца $L_\odot = 1$.

$$L = \sigma T^4 4\pi R^2.$$

Их температуры равны.

Откуда радиус сверхгиганта в 100 раз больше радиуса звезды главной последовательности (Солнца).

Задание 4. Почему созвездие Рака носит именно такое название и как оно связано с точкой летнего солнцестояния, которая обозначается знаком

созвездия Рака ♋ ? В каком созвездии в настоящее время расположена точка летнего солнцестояния? Когда удобно наблюдать созвездие Рака – зимой или летом?

И можно ли увидеть сегодня в Москве, в случае хорошей погоды, созвездие Рака?

Решение.

2 тысяч лет назад знаки зодиака совпадали с одноименными зодиакальными созвездиями. Причиной смещения знаков зодиака и одноименных зодиакальных созвездий является установленная еще Гиппархом Родосским во II веке до нашей эры прецессия, или предварение равноденствий. В ту далекую эпоху, во времена Гиппарха, точка весеннего равноденствия находилась в созвездии Овна, поэтому была обозначена знаком этого созвездия, знаком Овна. Аналогично точка летнего солнцестояния находилась в созвездии Рака и обозначена его знаком ♋, (ведь Солнце сначала становится каждый день все выше и выше весной, а летом, после летнего солнцестояния, все ниже и ниже, и знак Рака как бы олицетворял начало попятного движения). Сейчас точка летнего солнцестояния находится в созвездии Тельца.

Созвездие Рака можно наблюдать сегодня левее созвездия Близнецы на востоке. Если поздно ночью, то высоко над горизонтом, на юге.

Задание 5. Яркая туманность размером $d = 1^\circ$ представляет собой остаток вспышки Сверхновой, произошедшей 10 тысяч лет назад. Сквозь туманность хорошо видны более далекие объекты, а в ее спектре видна яркая широкая линия водорода $H\alpha$, занимающая область длин волн от $\lambda_{\min} = 6541$ до $\lambda_{\max} = 6585$ ангстрем. Туманность подсвечивается находящейся неподалеку очень горячей звездой спектрального класса O, имеющей видимый блеск 3^m . Оцените светимость этой звезды L .

Решение задания 5. Туманность, излучая свет, остается прозрачной, поэтому сквозь нее видны более далекие объекты. В центральной части туманности мы регистрируем излучение как ее передней части, движущейся по направлению к нам, так и удаляющиеся задние области. Скорость расширения туманности связана с длинами волн краев полосы $H\alpha$ соотношением

$$v = c \frac{\lambda_{\max} - \lambda_{\min}}{\lambda_{\max} + \lambda_{\min}},$$

из которого мы получаем значение скорости, равное 1000 км/с.

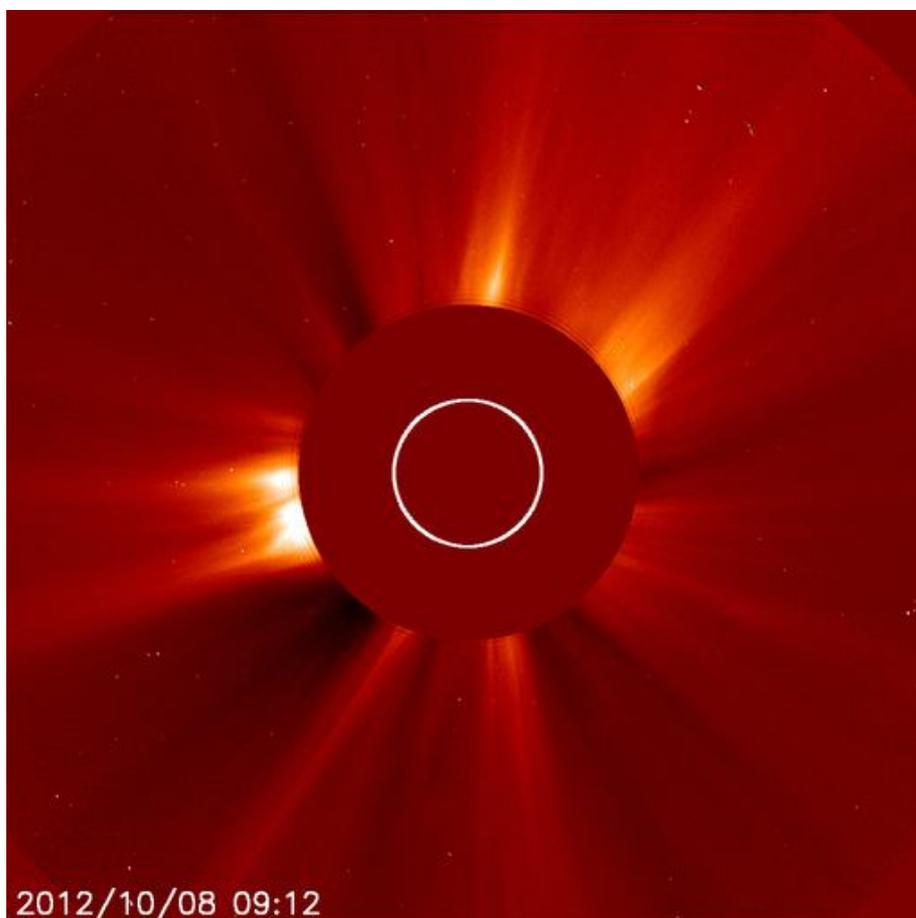
Считая эту скорость постоянной во времени, получаем, что за 10000 лет радиус туманности $R = v \cdot t = 3,16 \cdot 10^{14}$ км или 10 пк. При этом ее видимый диаметр составляет $d = 1^\circ$ или 0,017 радиан, из чего можно вычислить расстояние до туманности, равное $r = (10 \cdot 2 / 0,017) = 1145$ пк.

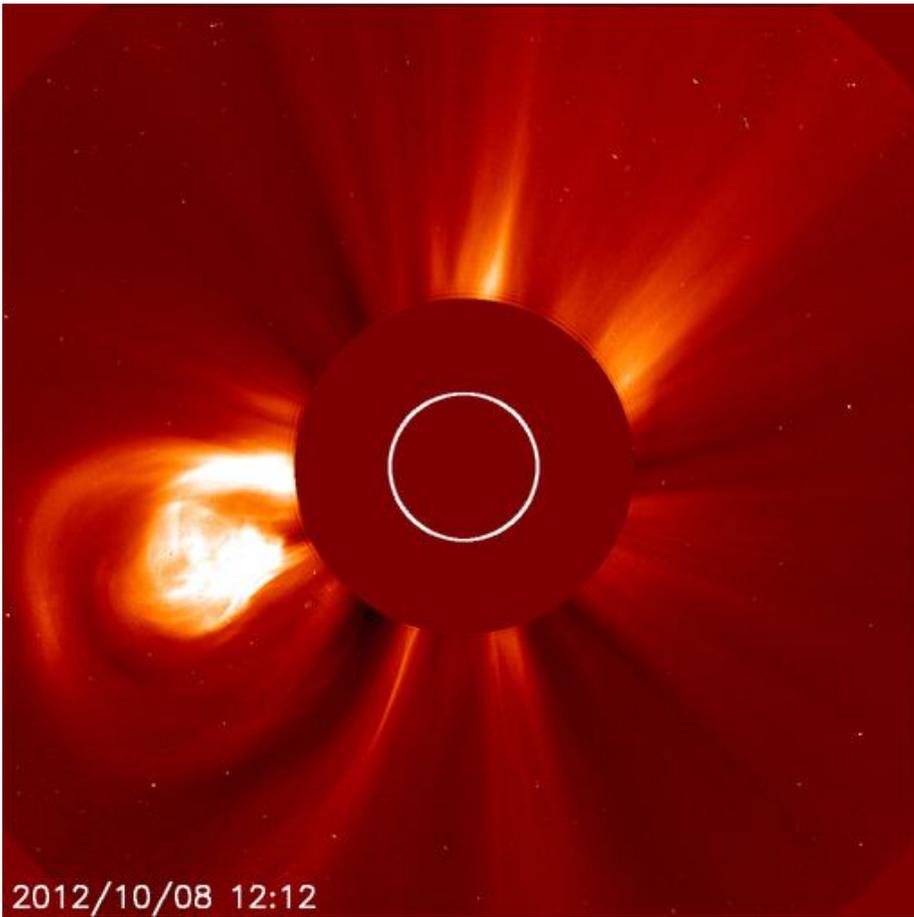
Вычислим абсолютную звездную величину горячей звезды, подсвечивающей туманность:

$$M = m + 5 - 5 \lg r = -7.3.$$

Светимость этой звезды в 64000 раз превосходит светимость Солнца.

Задание 6. Оцените размеры и скорость распространения коронального выброса массы (КВМ) 8 октября 2012 года. Изображения Солнца получены прибором LASCO C2, солнечная космическая обсерватория SOHO. Прибор LASCO C2 – внезатменный коронограф Large Angle Spectrometric Coronagraph, который получает изображения солнечной короны путём блокирования света, идущего прямо из Солнца, затеняющим диском (на изображении – тёмный кружок), создавая искусственное затмение. Белый кружок – Солнце. Дата и время – внизу, слева на каждом изображении.





Решение задания 6.

Примерные размеры диаметра Солнца 17 мм

КВМ за этот промежуток времени распространился на 30 мм.

Время 12 час 12 мин – 9 час.12 мин. = 3 час = 10800 с

Составляем пропорцию

17 мм - 2·696000 км

30 мм – x км

$$\text{Расстояние } R = \frac{30 \cdot 2 \cdot 696000}{17} = 2456470 \text{ км} \sim 2,5 \cdot 10^6 \text{ км}$$

$$\text{Скорость } v = \frac{2,5 \cdot 10^6 \text{ км}}{10800 \text{ с}} = 227 \text{ км/с}$$

Поскольку этот метод очень неточен, то можно считать верным ответ от 200 до 400 км/с.

В решении этой задачи самое главное, что школьники смогут найти время расширения на изображениях и сопоставить видимое изменение с движением КВМ.