

По работе в масштабе
 Т.к все фото - в 1 мас-
 штабе, неважно, с какими
 условиями расстоянием и буду
 работа: до звезды 1 или 2
 Так что буду работа
 с условиями расстоянием
 до 2 звезды
 снимка

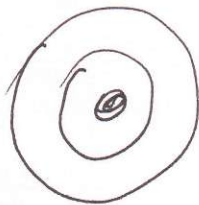
В масштабе расстояние до нее
 равно 49 мм

49 мм - 3''
 1 мм - x''

$$\frac{x}{3} = \frac{1}{49} \Rightarrow x = \frac{3}{49}''$$

По работе с кольцами. Скажем, что по отношению
 к верхней они симметричны, а их радиусы
 равны. Но

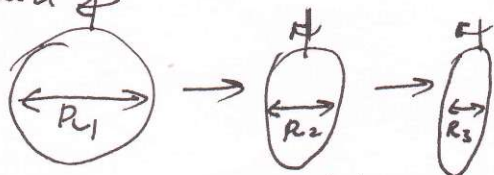
по по рисунку кольца не расположены
 симметрично => делаем вывод, что "система"
 кроет не в плоскости, в которой мы смотрим,
 иначе было бы так



Далее ~~буд~~ измерили радиусы
 колец в масштабе

(Измерили в направлении
 лучей света в плоскости,
 в которой не искажены -
 перпендикулярно по вертикали)
 которые как бы кольца не "кружились",
~~нет радиус~~

Итак



$$R_1 \neq R_2 \neq R_3$$

видимая

потому что
 видимый горизонтальный
 радиус кольца при повороте
 меньше, а вертикаль-
 ный остается прежним

Диаметр левого кольца = 65 мм (в масштабе)

Диаметр правого кольца = 60 мм (в масштабе)

Видим, что радиусы (длина видимые) отличаются
 $R = \frac{d}{2}$

одно кольцо дальше, другое ближе

т.к. у левого кольца радиус больше, оно ближе

Пусть правое кольцо 1 (левое) кольцо условные размеры колец.

φ ближ = 65 мм · 0,06 " = 3,9 "

φ даль = 60 мм · 0,06 " = 3,6 "

$$\begin{array}{r} \cdot 0,06 \\ 65 \\ \hline 3,90 \\ \cdot 0,06 \\ 60 \\ \hline 3,60 \end{array}$$

нарисуем систему из колец и сверхновой " в разрезе "



$R_1 = R_2 = R$ по условию расстояния от сверхновой до колец
 т.к. кольца симметричны

по условию до колец свет шел $t = 450$ секунд

$$\begin{array}{r} 48 \\ \cdot 24 \\ \hline 180 \\ 90 \\ \hline 1080 \end{array}$$

$L = c \cdot t$

$$L = 300000 \frac{м}{с} \cdot 450 \cdot 24 \cdot 3600 > = 10^8 \cdot 116640 \text{ м} = 1,17 \cdot 10^{13} \text{ м}$$

скорость света
 $c = 300000 \frac{м}{с}$

пусть L_* - расстояние до сверхновой от нас

Тогда $L_* - L$ — расстояние до ближнего кольца

$L_* + L$ - расстояние до дальнего кольца

Формула условного размера

условный размер $\rightarrow \varphi = \frac{r \cdot 206265}{S}$
 расстояние до тел

$$\begin{array}{r} 1080 \\ \cdot 26 \\ \hline 6480 \\ 324 \\ \hline 38880 \\ 3 \\ \hline 116640 \end{array}$$

из этой формулы

$$r = \frac{4.5}{206265}$$

Радиуса и диаметры конус у кас равна

$$\frac{\varphi_{\text{ближн}} \cdot (L_* - L)}{206265} = R = \frac{\varphi_{\text{даль}} (L_* + L)}{206265}$$

$$\varphi_{\text{ближн}} (L_* - L) = \varphi_{\text{даль}} (L_* + L)$$

$$\varphi_{\text{ближн}} L_* - \varphi_{\text{ближн}} L = \varphi_{\text{даль}} L_* + \varphi_{\text{даль}} L$$

$$\varphi_{\text{ближн}} L_* - \varphi_{\text{даль}} L_* = \varphi_{\text{ближн}} L + \varphi_{\text{даль}} L$$

$$L_* (\varphi_{\text{ближн}} - \varphi_{\text{даль}}) = L (\varphi_{\text{ближн}} + \varphi_{\text{даль}})$$

$$L_* = \frac{L (\varphi_{\text{ближн}} + \varphi_{\text{даль}})}{\varphi_{\text{ближн}} - \varphi_{\text{даль}}}$$

$$L_* = \frac{1,17 \cdot 10^{13} \text{ м} (3,9'' + 3,6'')}{(3,9'' - 3,6'')} =$$

$$= 25 \cdot 1,17 \cdot 10^{13} \text{ м} = 29,25 \cdot 10^{13} \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 7,5 \overline{) 93} \\ -60 \\ \hline 15 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} .1,17 \\ 25 \overline{) 285} \\ -50 \\ \hline 234 \\ -250 \\ \hline 29,25 \end{array}$$

↓ ↓
 Ответ: расстояние до
 сверхновой $\bar{=}$
 $= 29,25 \cdot 10^{13} \text{ м}$



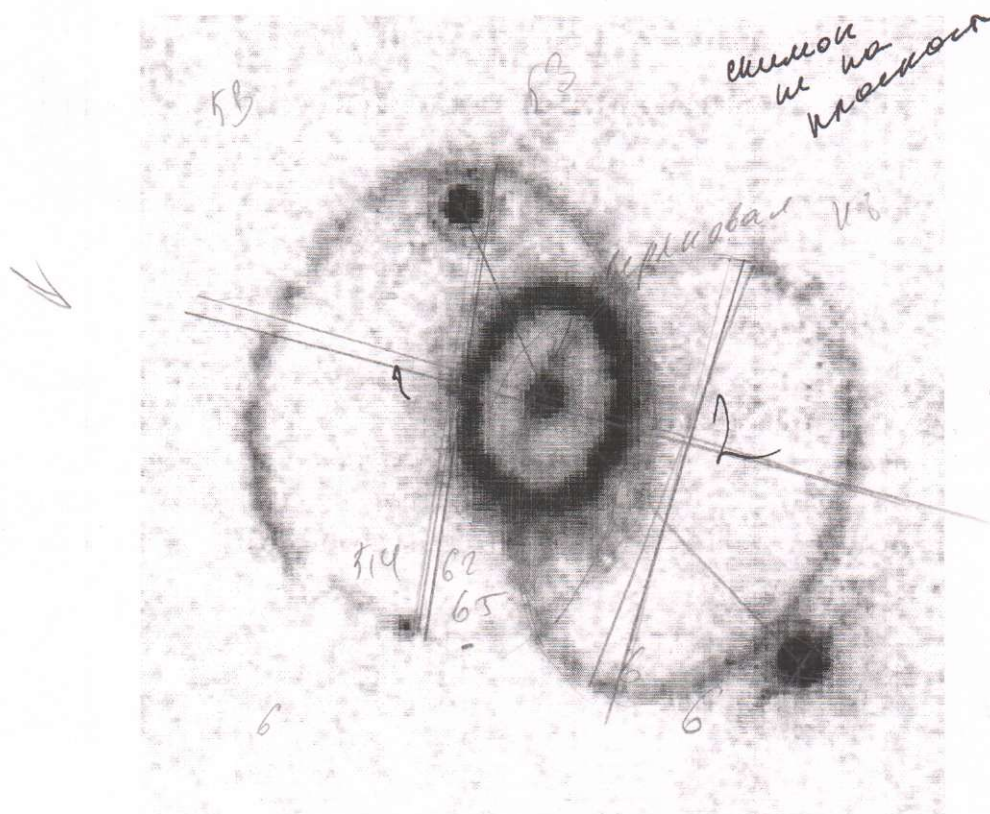
XXVIII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур

2021
14
марта

9 класс

КАЗ-1

Вам дано негативное изображение, полученное при наблюдении остатка вспышки сверхновой с высоким разрешением. Две кольцеобразных структуры — это два параллельных кольца одинакового радиуса, расположенных симметрично по отношению к сверхновой и состоящих из вещества, выброшенного предшественником сверхновой, и подсвеченного во время вспышки.



$3'' / 4''$
 $0,06'' - 1\text{мм}$
 $0,06 \cdot 26 =$
 $\approx 1,56$
 $40\text{ мм} - 3''$
 $2\text{ мм} = 1,4''$
 $1,96$
 $1,56$

Известно, что угловое расстояние между сверхновой и яркой звездой, проецирующейся на снимок левее и выше сверхновой, равно $1''.4$, угловое расстояние между сверхновой и яркой звездой, проецирующейся на снимок правее и ниже сверхновой, равно $3''.0$. Свет от вспышки достиг колец примерно через 450 суток после вспышки. Определите с помощью этих данных расстояние до сверхновой.

Решения задач и результаты олимпиады будут размещены на сайте
<http://school.astro.spbu.ru>