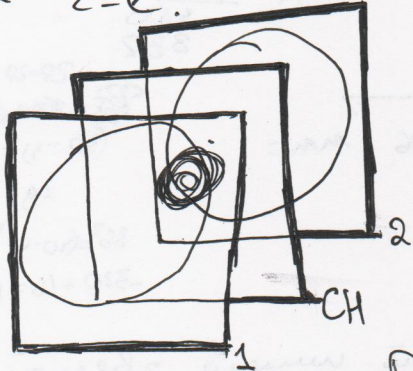


Для начала укажем наибольшие возможные размеры колец. Обозначим левое кольцо за 1, правое - за 2.

Наибольший возможный размер кольца 1 по внешнему краю $R_1 = 73$ мм, 2-го - 70 мм. Пусть r_1, r_2 - узн. радиусы колец.
 $\frac{r_1}{r_2} \approx \frac{73}{70}$. Значит, 1-е кольцо имеет диаметр и радиусы больше, чем 2-е.



В итоге, картину можно изобразить в 3-х параллельных плоскостях: в 1-й линия 1-е кольцо, во 2-й - звезда, в 3-й - 2-е кольцо.

Рассчитаем расстояние, которое

пройдет свет после вспышки. $L = c \cdot t = 450 \text{ сут} \cdot 300000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

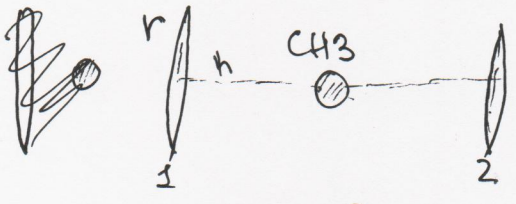
$$= 300 \cdot 12 \cdot 300000 \text{ км} = 27 \cdot 12 \cdot 10^7 \frac{\text{км}}{\text{с}} \cdot \tau = 27 \cdot 12 \cdot 3600 \cdot 10^7 \text{ км} = 27 \cdot 12 \cdot 36 \cdot 10^9 \text{ км} =$$

$$\approx 11,7 \cdot 10^{12} \text{ км}$$

27	324
12	36
54	1344
27	372
324	11664

будем считать, что в начале вспышки радиусе звезды был предельно мал.

Взв в 2-й плоскости:



Отметим точку A - центр кольца 1, B - точку наур. примерно из A и O - центру сверху, а там. же края кольца 1 -

P, Q и R. Тогда, если $\angle AOM = \omega$, где M - наблюдатель, то

$$\frac{|QB|}{|PR|} = \cos(\omega) = \frac{57 \text{ мм}}{69 \text{ мм}} \approx 0,826 \approx 0,83$$

$$\sin \omega \approx \sqrt{(1-0,83)(1+0,83)} = \sqrt{0,33 \cdot 1,83} \approx \sqrt{0,6039} \approx 0,777$$

183	570
17	69
166	5520,826...
183	180
0,3111	138
	420
	414

При заданном $\angle AOB$ ~~и заданном радиусе~~ бо $r = \bar{r}$

находим $r_{\text{вугам}} = \frac{|AO|}{\sin(\omega)} = \frac{1,5 \text{ см}}{0,56} \approx 1,78 \cdot 1,5 \text{ см} = 3 \text{ см} \cdot 0,89 = 2,7 \text{ см} - 0,03 \text{ см}$
 $\approx 2,67 \text{ см} = 26,7 \text{ мм} \approx 27 \text{ мм}$

При заданном на линии OA

$r_{\text{вугам}} = \frac{|AB|}{\cos(\omega)} = \frac{30 \text{ мм}}{0,83} \approx 1,204 \cdot 30 \text{ мм} \approx 36,1 \text{ мм} \approx 36 \text{ мм}$

При заданном на перп. в O и на линии

$\angle OAB$:

$L_{\text{вугам}} = \sqrt{r_{\text{вугам}}^2 + r_{\text{вугам}}^2} = \sqrt{729 + 1296} \text{ мм} =$
 $= \sqrt{725 + 1300} \text{ мм} \approx \sqrt{2025} \text{ мм} = 45,0 \text{ мм}$

Расстояние между O и верш. линии звезды (вугам)

- 54 мм.

$\varphi_{OB} = \frac{45}{54} \cdot 3^\circ = \frac{5}{6} \cdot 3^\circ = 2,5^\circ = 2,5 \cdot \frac{1}{3600} \cdot \pi \text{ рад} =$
 $= 5 \cdot \frac{1}{360} \cdot \frac{1}{10^3} \cdot \pi \text{ рад} = \frac{5}{1296} \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} \text{ рад} \approx \frac{15,7}{1296} \cdot 10^{-3} \text{ рад} = \frac{1570}{1296} \cdot 10^{-5} \text{ рад} \approx$

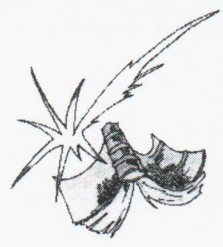
$\approx 1,21 \cdot 10^{-5} \text{ рад}$

$\Rightarrow \text{tg}(\varphi_{OB}) \approx \varphi_{OB} / \text{рад} = 1,21 \cdot 10^{-5}$

$$\begin{array}{r} 1570 \overline{) 1296} \\ 1296 \\ \hline 2740 \\ 2592 \\ \hline 1480 \end{array} \quad 1,21$$

$(OM) = \frac{L}{\text{tg}(\varphi_{OB})} \approx \frac{11,7 \cdot 10^{12} \text{ км}}{1,21 \cdot 10^{-5}} = \frac{1,7}{1,21} \cdot 10^{18} \text{ км} \approx 1,4 \cdot 10^{18} \text{ км}$

С110 - 091

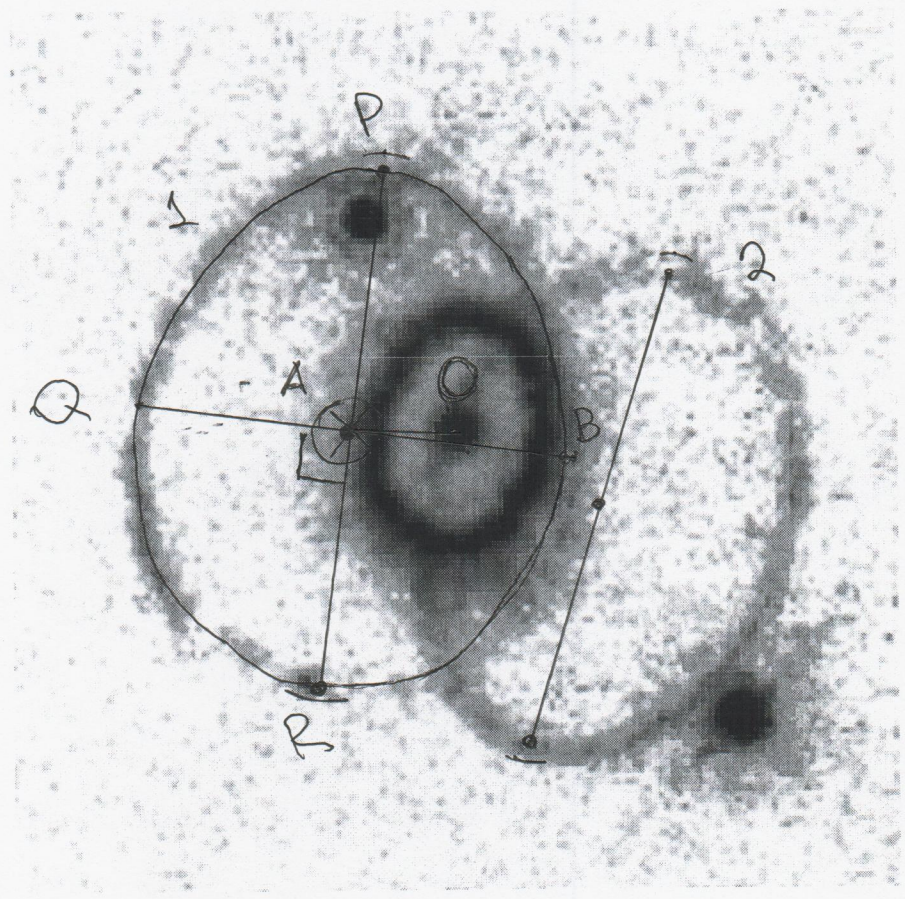


XXVIII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур

2021
14
марта

9 класс

Вам дано негативное изображение, полученное при наблюдении остатка вспышки сверхновой с высоким разрешением. Две кольцеобразные 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.



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.

