

$$v_1 - 1''.4$$

$$v_2 - 3''$$

$$T = 450 \text{ суток}$$

$$r - ?$$

Решение:

Итак, заметим, что кольцеобразные структуры видны в небе к эллипсу. ~~Видно~~ Если я правильно поняла условие, то на самом деле они имеют форму окружности, т.е. радиус во всех точках одинаковой.

Здесь же не так. Найдем угол ~~между~~ <sup>между</sup> плоскостью, перпендикулярной лучу зрения и плоскостью колец.

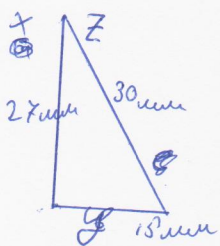
Сделаем это, измерив большую и малую ось одного из колец (можно сделать только с одним, так как они параллельны). Получим большую ось <sup>(a)</sup>, равную 70 мм, и малую <sup>(b)</sup>, равную 38 мм. Тогда ~~угол~~ <sup>(θ)</sup> искомого угла (θ) будет равен:

$$\theta = \arccos\left(\frac{38}{70}\right) = \arccos(0.83) \approx 30^\circ$$

Заметим, что радиус <sup>(на рисунке)</sup> кольца равен  $\frac{a}{2} = 35 \text{ мм}$ .

Теперь измерим на изображении расстояния между звездой (левее и выше сверхновой) и сверхновой и второй звездой (правее и ниже сверхновой) и сверхновой. В первом случае получается 30 мм, во втором - 54 мм.

Заметим, что ~~можно~~ можно найти условное расстояние, если бы плоскости колец и луча зрения были перпендикулярны. Для этого построим прямоугольный треугольник с гипотенузой, равной 30 мм <sup>(z)</sup>.



Измерив ~~по~~ стороны  $x$  и  $y$  на рисунке, получим:

$x = 27 \text{ мм}$ ,  $y \approx 18 \text{ мм}$ . Но поймем, что  $y$  нужно уменьшить на  $\frac{10}{8}$ , чтобы найти условное расстояние при <sup>том</sup> же луче зрения и плоскости колец  $\perp$ .

$y' = 18 - \frac{10}{8} \approx 19 \text{ мм}$ . Теперь по теореме Пифагора найдем  $z'$  (новое условное расстояние между звездой и сверхновой)

$$z' = \sqrt{x^2 + y'^2} = \sqrt{1090} \approx 33 \text{ мм}$$

Переведем  $z'$  из мм в ''

$$z' = \frac{33 \text{ мм}}{30 \text{ мм}} \cdot 1''.4 = 1''.54$$

Аналогично построим  $z'$  с звездой 2.  $x_2 = 34 \text{ мм}$ ;  $y_2 = 40 \text{ мм}$ ;  $z_2 = 54 \text{ мм}$

$$y_2' = y_2 \cdot \frac{10}{8} = 50 \text{ мм}; \quad z_2' = \sqrt{y_2'^2 + x_2^2} \approx \sqrt{3600} = \sqrt{36} \cdot \sqrt{100} = 60 \text{ мм}$$

$$z_2' = \frac{60 \text{ мм}}{54 \text{ мм}} 3'' = 3''.3$$

Получим, что расстояние на изображении, ~~это~~ (при том, что луч зрения и плоскость колец  $\perp$ ) равно 33 мм и 60 мм, ~~соответствует~~ соответствует примерно 1.5" и 3.3".

Теперь найдём удобное расстояние между сверхновой и самой отдалённой частью кольца. Для этого проведём перпендикуляр к большой оси видимого эллипса (сделаем это с первым кольцом).

Точка пересечения этого перпендикуляра с кольцом и будет самой отдалённой.

Тогда расстояние (на изображении) от неё до сверхновой равно примерно 40 мм ( $l$ ). Нужно найти расстояние  $l'$ , если бы луч зрения  $\perp$  плоскости колец (надо же, что я написала эту фразу последний раз в этом решении)

$$\textcircled{B} l' = l \cdot \frac{10}{8} = 50 \text{ мм. Переведём в уг мм в "}$$

$$l' = \frac{50 \text{ мм}}{60 \text{ мм}} \cdot 3.3 \approx 3''$$

Отлично, теперь найдём реальное расстояние от колец до сверхновой ( $R$ ).

$$R = c \cdot T = 3 \cdot 10^8 \cdot 450 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ км} = 3 \cdot 10^8 \cdot 3 \cdot 3^2 \cdot 3 \cdot 2^3 \cdot 2^2 \cdot 3^2 \cdot 10^3 =$$

$$= 3^6 \cdot 2^5 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ км} = 3^6 \cdot 2^4 \cdot 10^9 \text{ км} \approx 1.17 \cdot 10^{13} \text{ км} \approx 1.2 \cdot 10^{13} \text{ км} =$$

$$\approx \frac{1.2 \cdot 10^{13} \text{ км}}{1.5 \cdot 10^8} \approx 10^5 \text{ а.е.}$$

Теперь мы знаем удобное расстояние, знаем реальное расстояние, из этого можем найти расстояние до сверхновой.

$$\textcircled{B} l' \text{ ["]} = \frac{R \text{ [а.е.]}}{r \text{ [ик]}}$$

$$r = \frac{R}{l'} = \frac{100000 \text{ а.е.}}{3''} \approx 33000 \text{ ик} = 33 \text{ кик}$$

Ответ:  $r = 33 \text{ кик}$