

Из-за наклона плоскости колец к линии зрения кольца представляют собой 2 эллипсов пересекающихся эллипса, у которых совпадают прямые, содержащие малые ~~оси~~ осей.

Обозначим точки пересечения как А и В.

Срединный перпендикуляр к АВ и будет прямой, содержащей малые ~~оси~~ осей эллипсов. Построим

малые и большие оси эллипсов СЕ, ДФ, ГН и ІЈ (см. стр. 3).

Свердловая S, очевидно, находится не в плоскости

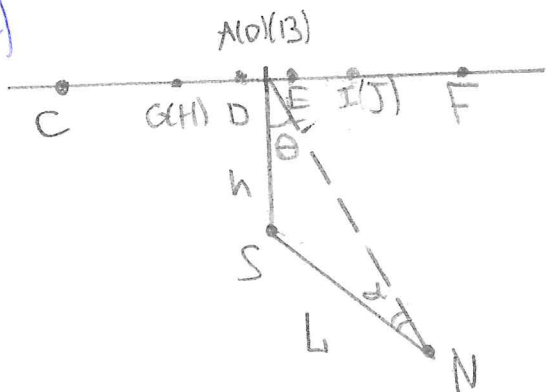
колец. Обозначим пересечение АВ и ДЕ за О.

Нарисуем ситуацию, как она была бы видна, если

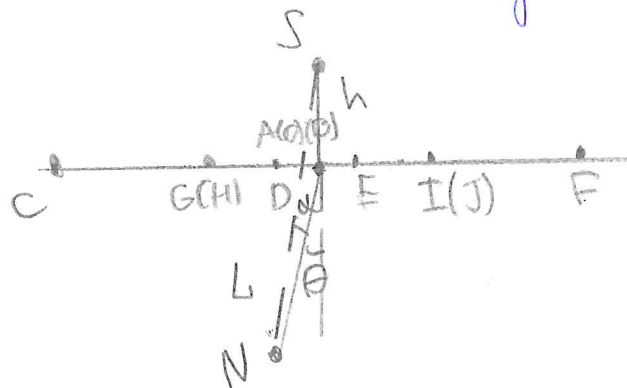
бы А, О и В лежали бы на одной прямой (на линии зрения).

Три эти свердловая может быть как ближе к наблюдателю, чем кольца, так и дальше. Рассмотрим 2 случая:

а)



б)

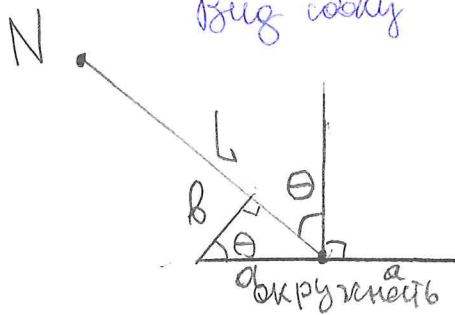


В каждом из случаев α - угол наклона плоскости колец

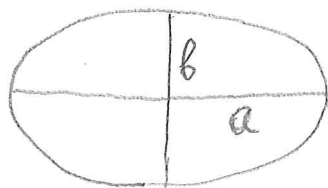
S \in O, h - 450 см. сутка, L - расст. до свердловой, N - наблюдатель

θ - угол наклона перпендикуляра к плоскости колец к линии зрения.

Скажем найдем θ . При максимум дифракции (кальций) на картине то же самое расстояние элемент, $\sin \theta$ для кальция N :



$$L \gg a$$



$$b = a \cos \theta;$$

$$\cos \theta = \frac{b}{a}$$

Для кальция элемент значения $\frac{b}{a}$ равны

$$\frac{2,9 \text{ см}}{3,4 \text{ см}} \approx 0,85 \text{ для левого и } \frac{2,4 \text{ см}}{3,2 \text{ см}} \approx 0,41 \text{ для правого.}$$

$$\text{Получим } \cos \theta = \frac{0,85 + 0,41}{2} = 0,48; \sin^2 \theta = 1 - \cos^2 \theta \approx 0,7616 \Rightarrow \sin \theta \approx 0,62$$

Далее найдем d . Условно из измерений расстояний между звездами на рисунке $1'' \cdot n_1 = 2,4 \text{ см}; 3'' \cdot n_2 = 5,4 \text{ см}$
 $n_1 = \frac{2,4}{1,4} \frac{\text{см}}{''} \approx 1,8 \frac{\text{см}}{''}; n_2 = \frac{5,4}{3,0} \approx 1,8 \frac{\text{см}}{''};$ Максимум пришел равен $1,8 \frac{\text{см}}{''};$ На рисунке $S_0 = 1,0 \text{ см.}$ Получим $d = \frac{80}{n_0} \approx 0,54''.$ Также $\sin d = \frac{0,54''}{206265 \frac{\text{см}}{\text{рад}}} \approx 2,5 \cdot 10^{-6},$ так d - малый.

Получим найдем L . В обеих случаях по т. синусов

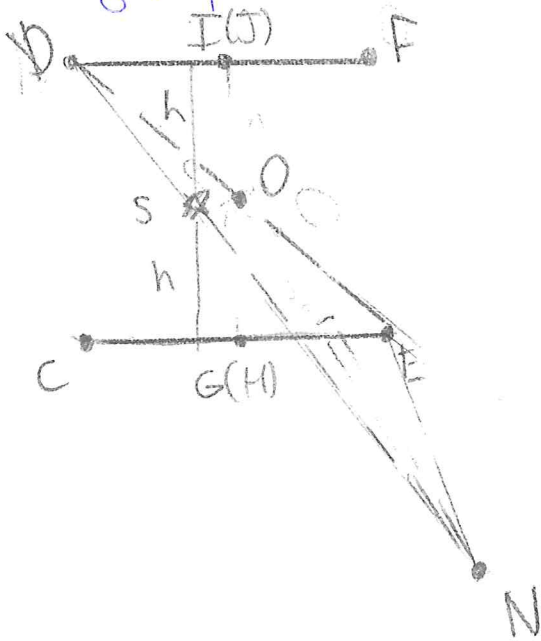
$$L = \sin \theta \cdot \frac{h}{\sin d} = 450 \text{ об. свет.} \cdot \frac{0,62}{2,5 \cdot 10^{-6}} \approx 1,23 \text{ об. лет} \cdot \frac{6,3 \cdot 10^5}{3,5} \approx$$

$$\approx 1,1 \cdot 10^5 \text{ об. лет} \cdot \frac{6,3}{2} \cdot 10^5 \text{ об. лет} = 3,4 \cdot 10^5 \text{ об. лет.}$$

ЕКБ-3, СТР 2

Также рассмотрим случай, при котором
 линия зрения по разное стороне от
 вершины:

виз, при котором АВ совп. с линией зрения!



Как мы видели на
 картине, диск с ГЕН
 находится в $\frac{GH}{IJ} = \frac{6,5}{6,2} \approx 1,04$ раз

Самая длина IFJD ^{принимая} _{этал.}

Угловое расстояние между
 центрами дисков O_1 и O_2
 равно $\frac{3,3 \text{ см}}{h_0} \approx 1,8'' \equiv \beta$



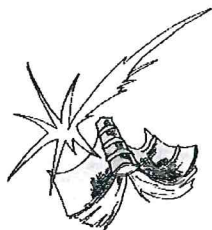
Таким образом, величина рас-
 стояние $h' = h \cdot \sin \theta$ будет
 под углом $\beta \approx 0,5''$

Расстояние $NO_1 \approx NO_2 \approx NS =$

$$= \frac{h \cdot \sin \theta}{\tan \frac{\beta}{2}} = 1,23 \text{ св. лет} \cdot 0,62 \cdot \frac{206265 \left(\frac{\text{рад}}{''}\right)^{-1}}{0,0''} \approx 0,62 \cdot 206265 \text{ св. л.}$$

$$\approx 1,3 \cdot 10^5 \text{ св. лет.}$$

ЕКБ-3, СТР. 4



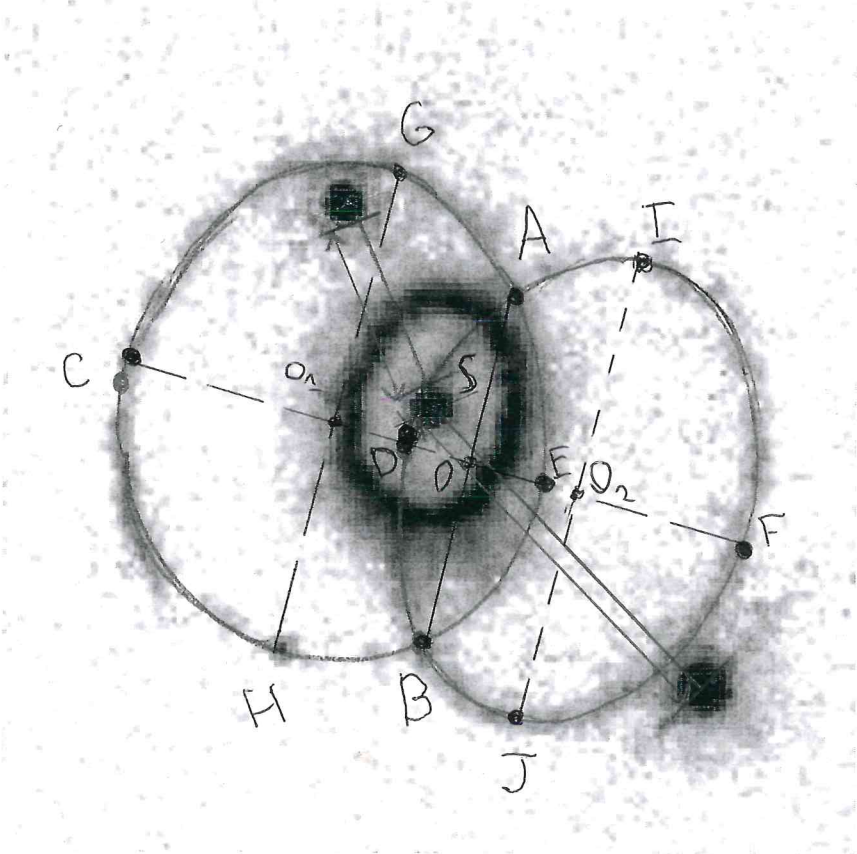
ЕКБ-3, стр.3

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.

