

XXVIII Санкт-Петербургска  
олимпиада по астрономия  
Практически тур  
14 март 2021г.

С точка  $O$  ще означим центъра  
на Слънчевата, а с точки  $S_1$  и  $S_2$   
- ~~двете~~ двете звезди. От снимката  
измерваме:

$$OS_1 = 30 \text{ mm}, OS_2 = 50 \text{ mm}$$

мащабът от първото измерване е

$$M_1 = \frac{14}{30} \text{ "/mm} = \frac{14}{300} \text{ "/mm}, \text{ а от второто}$$

$$M_2 = \frac{3}{50} \text{ "/mm} = \frac{30}{100} \text{ "/mm}$$

$\Rightarrow$  средният мащаб за изображението  
ще бъде  $M = \frac{M_1 + M_2}{2} = \frac{4}{75} \text{ "/mm}$

Времето, за което светлината от Слънчевата  
ще достигне пръстите, е:

$$t = 450 \text{ d} = 450 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 3888000 \text{ s} = 3,888 \cdot 10^6 \text{ s}$$

а скоростта на светлината е:

$$c = 300000 \text{ km/s} = 3 \cdot 10^5 \text{ km/s}$$

$\Rightarrow$  разстоянието, което е изминато  
за това време е:

$$s = ct = 1,1664 \cdot 10^{13} \text{ km}$$

Остава да оценим това разстояние по  
снимката.

За мрежа взимаме 15 точки от единия кръстен  $A_1, A_2, \dots, A_{15}$  и измерваме разстоянията по симаката

$$d_i = OA_i, \quad i = 1, 2, \dots, 15$$

$i$	$d_i$ [mm]
1	39
2	38
3	37
4	36
5	32
6	24
7	17
8	15
9	18
10	23
11	30
12	35
13	38
14	42
15	41

$\Rightarrow$  средното разстояние мре  $\bar{d}$  е

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{15} d_i}{15} = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_{15}}{15} = \frac{465}{15} \text{ mm} = 31 \text{ mm}$$

$$\text{mm в инча } \bar{d} = M\bar{d} = 31 \cdot \frac{4}{25} \text{''} \approx 1,653 \text{''}$$

По тази стойност построяваме центъра на кръстена  $C$ .

⇒ Разстоянието, което светлината изминава с ъгъл  $\bar{\delta}$  се вижда под ъгъл  $\bar{\delta}$  от наблюдателя.

От формулата за видимо ъглово разстояние имаме:

$$\bar{\delta}[\text{rad}] = \frac{s}{r} = \frac{\bar{\delta}["]}{206265"}$$

Когато  $r$  е разстоянието до Слънцето

$$\Rightarrow r[\text{km}] = s[\text{km}] \frac{206265"}{\bar{\delta}["]}$$

$$= 1,1664 \cdot 10^{13} \frac{206265"}{1,653"} \text{ km}$$

$$\approx 1,46 \cdot 10^{18} \text{ km}$$

⇒ Разстоянието до Слънцето от звездата е приблизително  $1,46 \cdot 10^{18} \text{ km}$ .

Ще получим по-голяма точност, ако осредним разстоянието с повече точки от кръстена.

УЕРНОБА

$$d_1 = \overset{30}{\cancel{28}} \text{ mm} \rightarrow 1,4''$$

$$d_2 = 50 \text{ mm} \rightarrow 3,0''$$

$$c' = \frac{\delta}{t}$$

$$M_1 = \frac{1,4''}{30 \text{ mm}} = \frac{14}{300} \text{ ''/mm}$$

$$M_2 = \frac{3,0''}{50 \text{ mm}} = \frac{6}{100} \text{ ''/mm}$$

$$\Rightarrow M = \frac{M_1 + M_2}{2} = \frac{\frac{14}{300} + \frac{6}{100}}{2} = \frac{\overset{3}{\cancel{32}}}{600} = \frac{4}{75} \text{ ''/mm}$$

$$600 : 4 = 150$$

$$\begin{array}{r} -4 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$600 : 8 = 75$$

$$\begin{array}{r} -56 \\ \hline 40 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 450 \cdot 24 \\ \hline 1800 \\ 900 \\ \hline 10800 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10800 \cdot 3600 \\ \hline 648 \\ 324 \\ \hline 38880000 \end{array}$$

$$t = 450 d = 450 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 38880000 \text{ s}$$

$$c = 300\,000 \text{ km/s}$$

$$\Rightarrow s = ct = 11664 \cdot 10^5 \cdot 10^3 \text{ km}$$

$$= 11664 \cdot 10^8 \text{ km}$$

$$\begin{array}{r} 222 \\ 3888 \cdot 3 \\ \hline 11664 \end{array}$$

$$360^\circ : 15 = 24^\circ$$

$$1,1664 \cdot 10^4 \cdot 10^8$$

$$\begin{array}{r} \text{mm} \\ 39 \\ \hline 38 \\ 307 \\ \hline 36 \\ 32 \\ \hline 284 \\ 17 \\ 15 \\ \hline 18 \\ 23 \\ 30 \\ \hline 35 \\ \hline \cancel{38} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ \hline 41 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 39 \\ \hline 41 \\ 80 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ + 24 \\ \hline 60 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ + 35 \\ \hline 50 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 39 \\ + 17 \\ \hline 56 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 38 \\ \hline 42 \\ 80 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 32 \\ + 18 \\ \hline 50 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 34 \\ \hline 23 \\ 60 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 160 \\ + 120 \\ 100 \\ 86 \\ \hline 466 \end{array}$$

$$466 : 15 = 31$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ \hline 16 \end{array}$$

$$2 \cdot 80 + 2 \cdot 60 + 2 \cdot 50 + 30 + 56$$

$$465 : 15 = 31$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ \hline 15 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$31 \text{ mm} \rightarrow 31 \cdot \frac{4}{75} = \frac{124}{75}'' \approx 1,653''$$

$$\begin{array}{r} 124 : 75 = 1,5 \\ - 75 \\ \hline 490 \\ - 375 \\ \hline 115 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 490 : 75 = \\ \overset{2}{75} \cdot 5 \\ \hline 375 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 124 : 75 = 1,653 \dots \\ - 75 \\ \hline 490 \\ - 450 \\ \hline 400 \\ - 375 \\ \hline 250 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \overset{3}{75} \cdot 6 \\ \hline 450 \\ \overset{2}{75} \cdot 5 \\ \hline 375 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 250 : 75 = 3 \\ - 225 \\ \hline 25 \end{array}$$

$$1 \quad \delta = \frac{D}{r} = \frac{8'' [\text{"]]}{206265''}$$

$$\Rightarrow r [\text{km}] = \frac{D \cdot 206265''}{\delta [\text{"]}} = \frac{11664 \cdot 10^8 \cdot 206265}{1,653} \text{ km}$$

$$= \frac{2405974960 \cdot 10^8}{1,653} \text{ km} \approx 1,46 \cdot 10^{17} \text{ km}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ 332 \\ 331 \\ \hline 11664 \cdot 206265 \\ 23^2 \quad 58320 \\ 69984 \\ 23328 \\ 69984 \\ 23328 \\ \hline 2405974960 \end{array}$$

$$2405974960$$

$$240597496 : 1$$

$$\begin{array}{r} 240597496000 : 1653 = 145552024 \dots \\ 1653 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 7529 \\ \hline 6612 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 9177 \\ \hline 8265 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 9124 \\ \hline 8265 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 8599 \\ \hline 8265 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 8265 \\ \hline 3346 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 3306 \\ \hline 4000 \end{array}$$

$$221$$

$$\begin{array}{r} 321 \approx 1,46 \cdot 10^8 \\ 1653 \cdot 5 \\ \hline 8265 \end{array}$$

$$1653$$

$$4000$$

$$\begin{array}{r} - 3306 \\ \hline 6940 \end{array}$$

$$\frac{11}{37} \cdot \frac{4}{75} = \frac{44}{2775}$$

$$= \frac{44}{25} \cdot \frac{4}{100} = \frac{176}{100} = 1,76$$

ЧЕРХОБА

$$c' = \frac{s}{t} \quad c = \frac{d}{t}$$

33mm

CO

$$\begin{array}{r} 2 \\ 450.24 \\ \hline 1800 \\ 900 \\ \hline 10800 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10800.3600 \\ \hline 648 \\ 324 \\ \hline 3888000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 222 \\ 3.3888 \\ \hline 11664 \end{array}$$

$$11664 \cdot 10^4 \cdot 10^5 = 11664 \cdot 10^9$$

$$= 1,1664 \cdot 10^{13}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 450.24 \\ \hline 1800 \\ 900 \\ \hline 10800 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11664 \cdot 10^9 \cdot 206265 \\ \hline 1,653 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11664.206265 \\ \hline 2^2 58320 \\ 2^2 69984 \\ 23328 \\ 69984 \\ 8328 \\ \hline 2405874960 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 332 \\ 11664.5 \\ \hline 58320 \\ 11 \\ 11664.2 \\ \hline 23328 \\ 332 \\ 11664.6 \\ \hline 69984 \end{array}$$

$$240587496000 : 1653 = 14$$

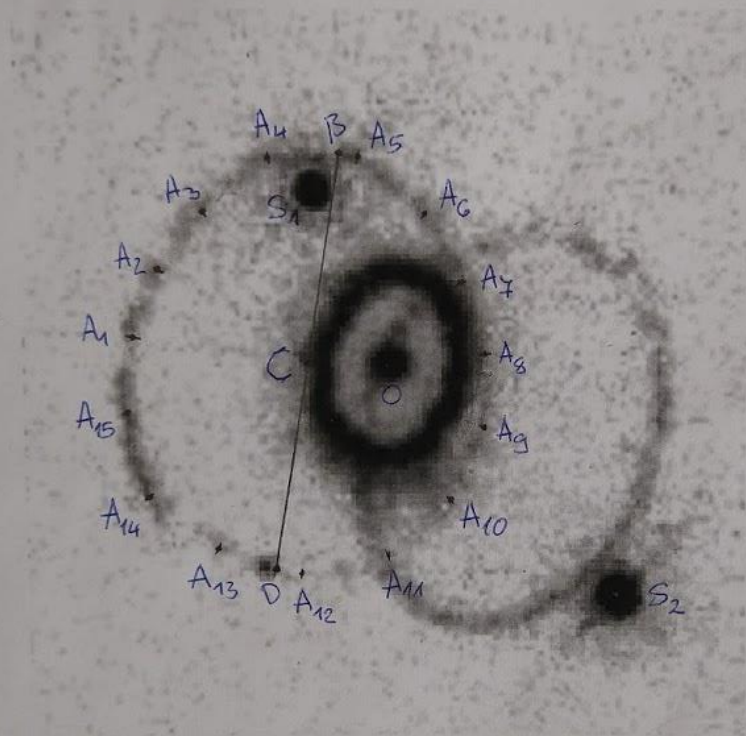
XXVIII Санкт-Петербургска олимпиада по астрономия

Практически тур

14 Март 2021г.

9 клас

Дадено Ви е негативно изображение, получено от наблюдението на остатък от избухването на свръхнова, с високо разрешение (разделителна способност). Двете пръстеновидни образувания са два успоредни пръстена с еднакъв радиус, разположени симетрично, спрямо свръхновата и състоящи се от вещество, изхвърлено от звездата, предшественик на свръхновата и осветявано по време на избухването.



Известно е, че видимото ъглово разстояние между свръхновата и ярката звезда, която се проектира на снимката вляво и нагоре от нея е  $1''.4$ , а видимото ъглово разстояние между свръхновата и ярката звезда, която се проектира на снимката вдясно и надолу от нея е  $3''.0$ . Светлината от свръхновата достига пръстените примерно 450 денонощия след избухването. С помощта на тези данни, определете разстоянието до свръхновата.