

① Угловой размер Солнца  $\approx 0,5^\circ$ . Измерив его диаметр на изображении, получаем 4 мм. Таким образом,  $1^\circ$  в 8 мм.

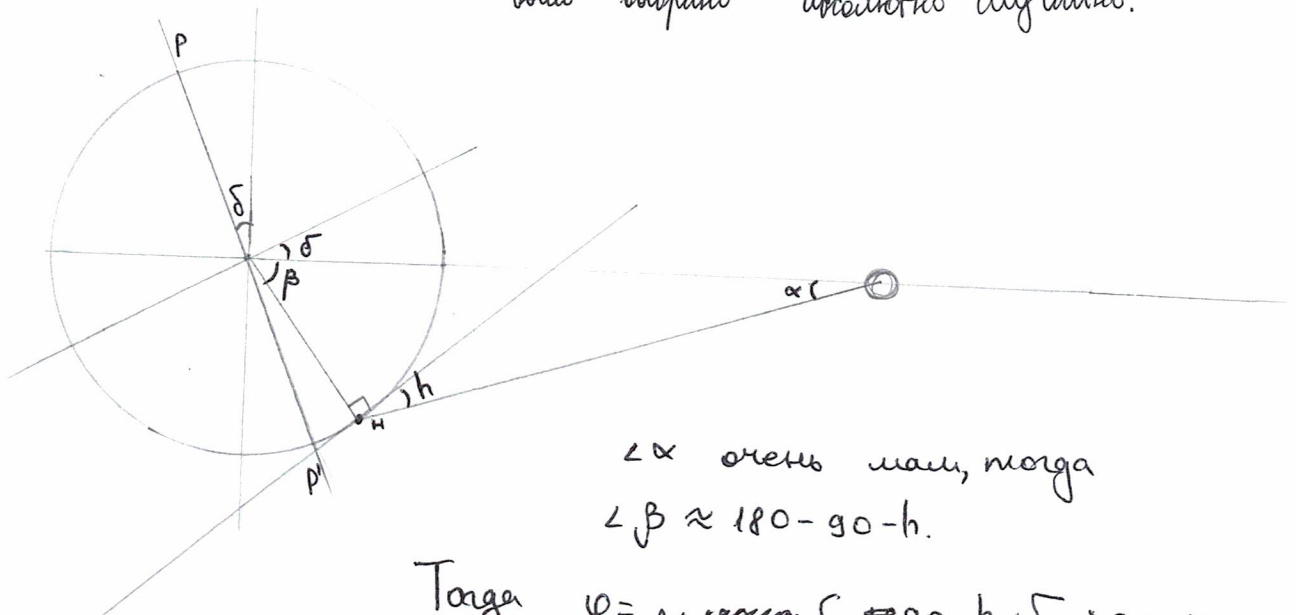
От центра Солнца в момент макс. раздвоения проводим  $\perp$  к горизонту. Он равен 91 мм  $\Rightarrow h_0 = \frac{91}{8} \approx 11,35^\circ$

② Дата известна - 4.12.

$$22.12. \delta_0 = -23,5$$

$$\text{Тогда } \delta = (22-4) \cdot \frac{23,5}{92} = 18,8^\circ$$

рис. 1



h - наблюдатель. Его место на рисунке было выбрано абсолютно случайно.

$\angle \alpha$  очень мал, тогда  $\angle \beta \approx 180 - 90 - h$ .

Тогда  $\varphi = \beta + \delta = 90 - h + \delta > 90 \Rightarrow$

$$\varphi = 180 - 90 + h - \delta = 90 + 11,35 - 18,8 = 82,55^\circ \text{ ю.ш.}$$

③ Из пункта 1. известно, что ~~высота~~  $\delta_{\text{ш}} = 1^\circ$ . Высота с поднятими руками  $\approx 2,2$  м. Рост человека  $\approx 1,8$  м. Высота на фото  $\approx 4$  мм  $\Rightarrow 0,5^\circ$

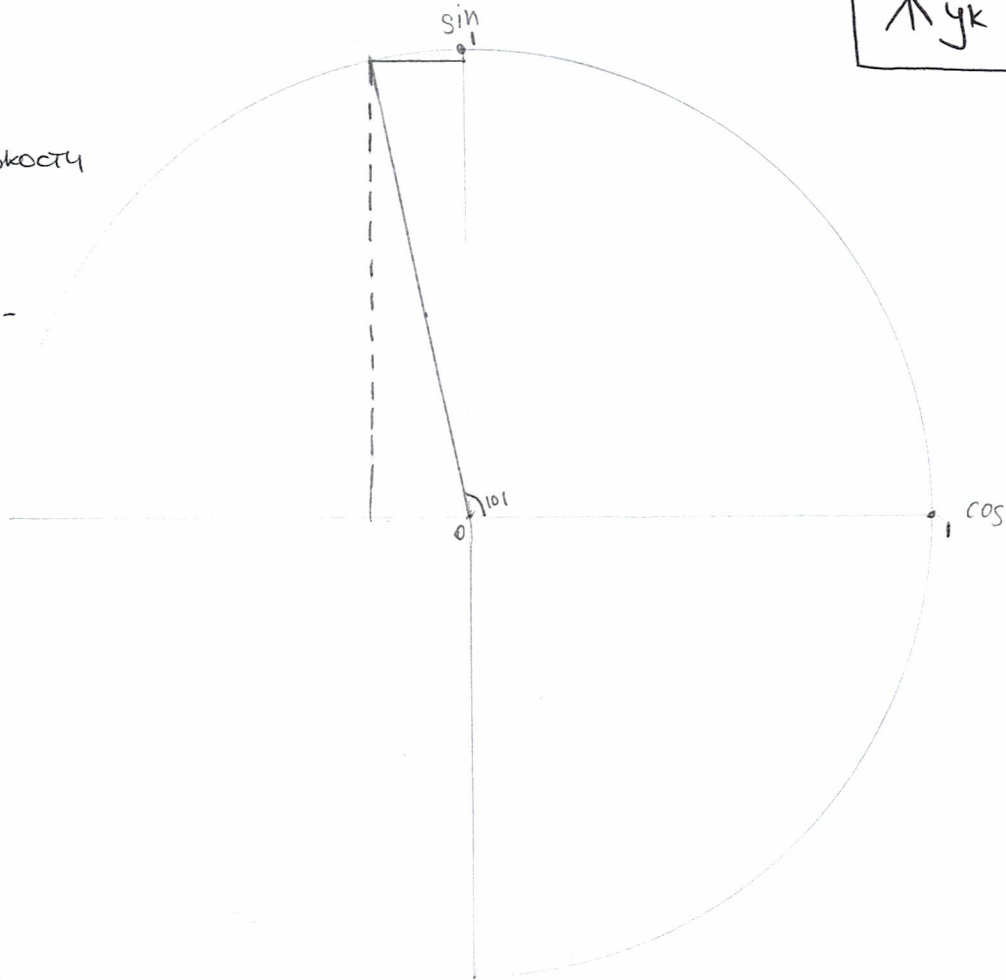
$$0,5 = \frac{h \cdot 180}{R \cdot \pi} \quad \pi \approx 3$$

$$R \cdot \pi = \frac{h \cdot 180}{0,5 \cdot \pi} = \frac{360 \cdot 2,2}{3} = 264 \text{ м.}$$

рис. 2

Жук - 12

Из-за малости  
угла рисунок  
даже не прило-  
жен.



④ Независимо от того, в какую сторону движется Солнце, Луна относительно него будет двигаться в противоположном направлении.



=> Солнце будет двигаться в противоположном направлении.

Солнце направо, Луна относительно Солнца налево.

⑤ из пункта 1 известно, что  $\delta_{\text{мин}} = 1^\circ$

Жук-12

За 16 промежутков между кадрами Солнце сместилось на 72 мм.  
 $\frac{72}{16} = 4$  мм —  $\Rightarrow$  1 промежуток  $\Delta = 0,5^\circ$ .

Движение Солнца по небу Земли происходит только за счёт движения Земли вокруг своей оси (здесь пренебрегаем движением Земли вокруг Солнца).  $\omega_0 \approx 15^\circ/\text{час}$ .  
Тогда время между кадрами  $t = \frac{0,5}{15}$  часа = 2 мин

Ответ. 1)  $11,35^\circ$

2)  $82,55^\circ$  ю.ш.

3) 264 м

4) ~~влево~~ вправо; влево.

5) 2 минуты.

	0	30	45	60	90	180
Sin	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	
cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 64 \\ \hline 4 \\ \hline 256 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 61 \\ \hline 4 \\ \hline 244 \end{array}$$

$R = \cancel{60} 61 \text{ mm}$

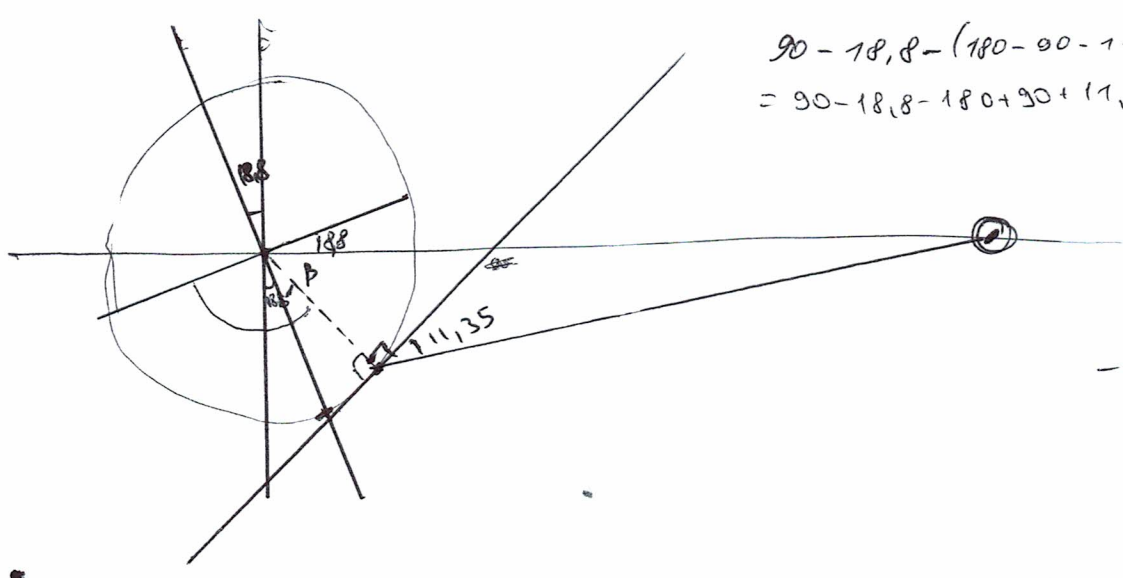
$\sin(101,35) = 60 \text{ mm} = \frac{60}{61}$

$$\frac{a \oplus 61}{60} = \frac{R \oplus}{\sin \alpha}$$

$$\sin \alpha = \frac{R \oplus 60}{61 a \oplus} = \frac{6400 \cdot 10^4}{61 \cdot 2,5 \cdot 10^5} = \frac{4 \cdot 10^{-5}}{61}$$

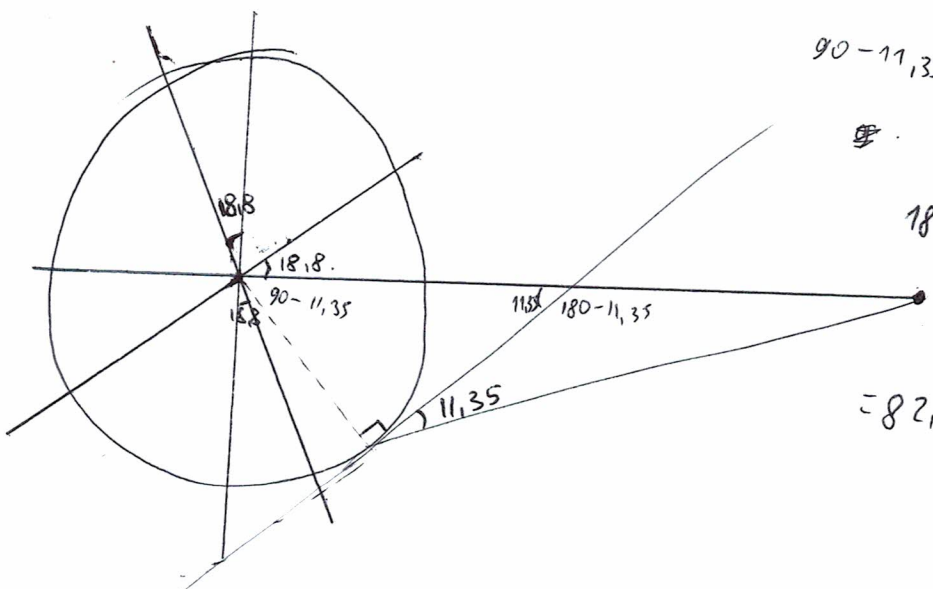
$x = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

$\beta = 90 - 11,35 = 78,65^\circ$



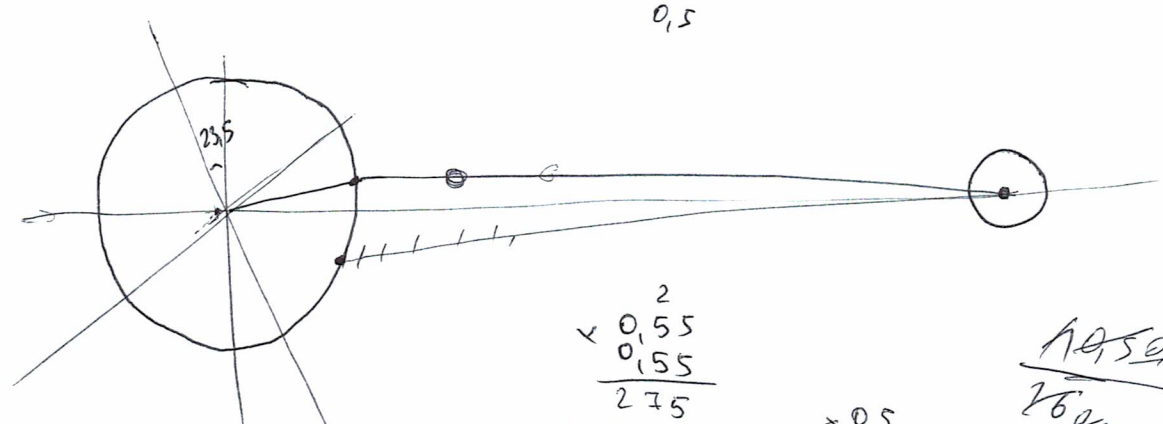
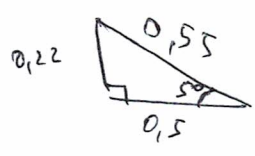
$$90 - 18,8 - (180 - 90 - 11,35) = 90 - 18,8 - 180 + 90 + 11,35 =$$

$$\begin{array}{r} - 9 \cdot 10 \\ - 107,35 \\ \hline 18,80 \\ \hline 82,55 \end{array}$$



$90 - 11,35 + 18,8 > 90 \Rightarrow$

$$180 - 90 + 11,35 - 18,8 = 101,35 - 18,8 = 82,55^\circ$$



$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 0,55 \\ \hline 0,55 \\ 275 \\ \hline 275 \\ \hline 0,2925 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,5 \\ 0,15 \\ \hline 0,25 \end{array}$$

$$\frac{10,5 \pm 2,5}{2} = 0,125 \pm 0,0625$$

$$\sqrt{0,05} \approx 0,22$$

$$\begin{array}{r} \sqrt{0,49} \\ \times 0,7 \\ \hline 0,49 \end{array}$$

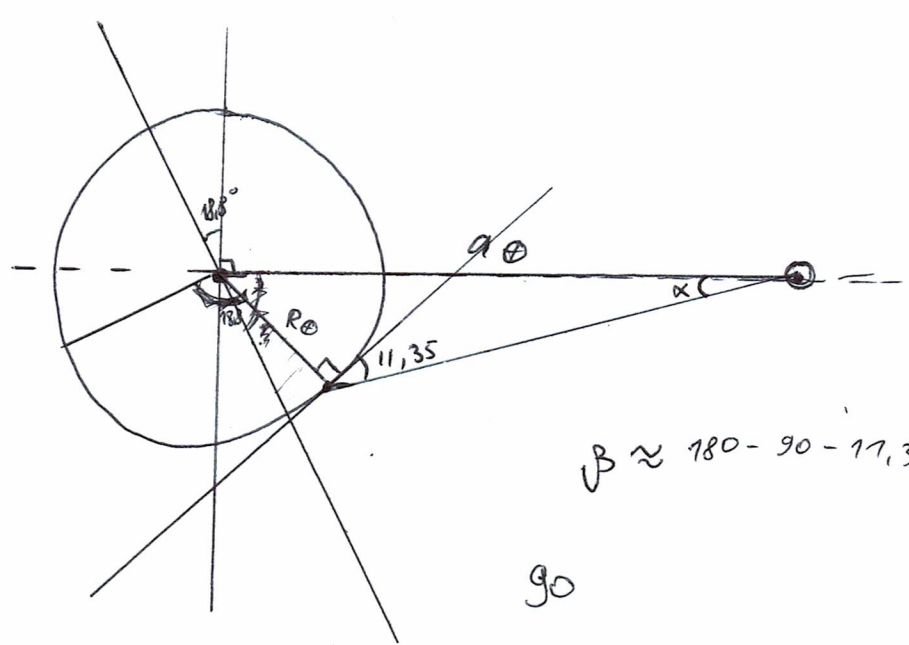
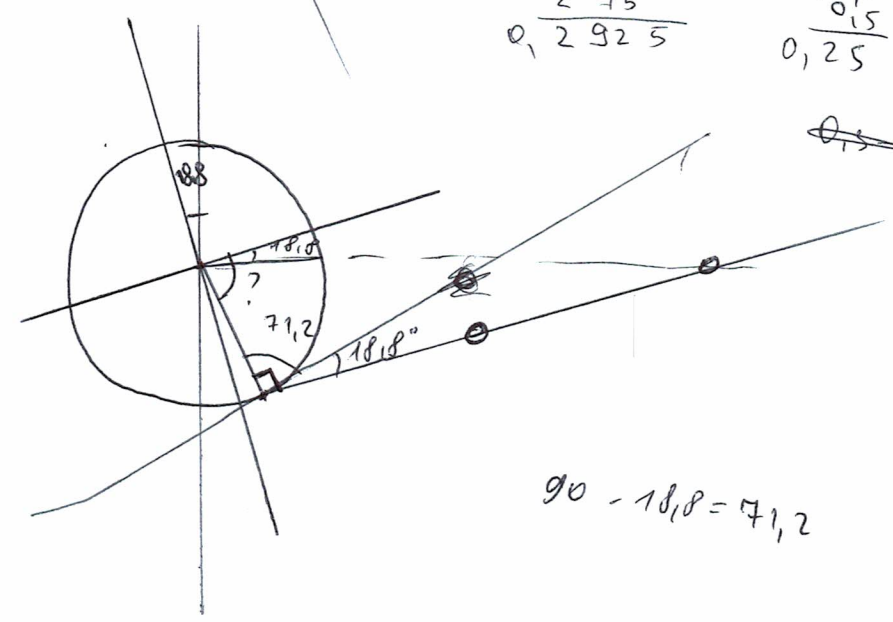
$$\sqrt{0,05} \approx 0,22$$

$$\begin{array}{r} \times 0,25 \\ 0,25 \\ \hline 725 \\ 50 \\ \hline 0,0625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,23 \\ 0,23 \\ \hline 69 \\ 46 \\ \hline 529 \end{array}$$

$$90 - 18,8 = 71,2$$

$$\begin{array}{r} \times 0,22 \\ 0,22 \\ \hline 44 \\ 44 \\ \hline 484 \end{array}$$



$$\beta \approx 180 - 90 - 11,35 = 78,65^\circ$$

90





Измерим время между касанием ~~дуги~~ одного и того же края Луны разных краёв 0:



~~Но есть от начала ровно до середины.~~  
Углом

$$12 \cdot 2 = 24^m$$

$$\boxed{4.12.}$$

$$\omega_{\text{л}} = 0,55^\circ / \text{час}$$

$$\delta_0 = 188.$$

$$22.12 \quad \delta_0 = -23,5^\circ$$

$$22 - 4 = 18$$

$$\begin{array}{r} 0,11 \\ 0,55 \cdot 24 \cdot 2 \\ \hline 60 \quad 158 \end{array}$$

$$= 0,22^\circ \quad 0,2^\circ$$

$$\begin{array}{r} 235 \\ 92 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 92 \\ 5 \\ \hline 460 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ 24 \cdot 28 \\ \hline 604 \end{array} = 6^\circ$$

$$\begin{array}{r} \cdot 10 \\ 235 \\ - 184 \\ \hline 510 \\ - 460 \\ \hline 500 \\ - 460 \\ \hline 400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 920 \\ \hline 2,554 \approx 2,55^\circ / \text{сут} \end{array}$$

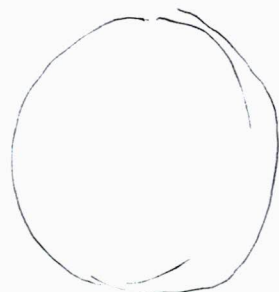
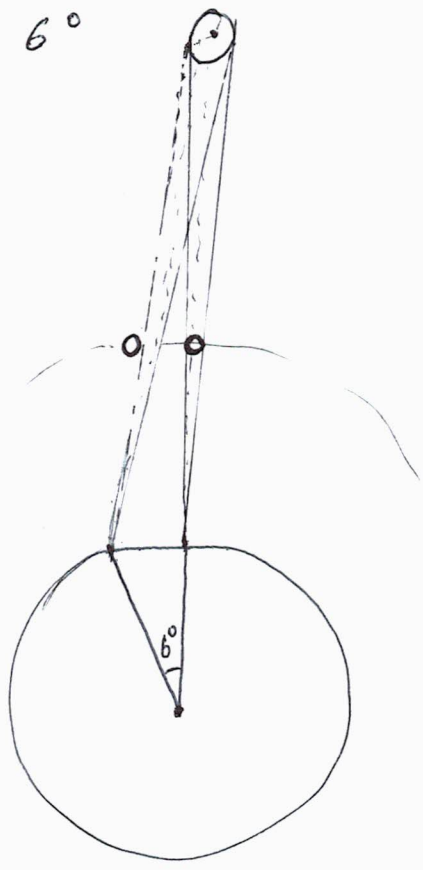
$$\begin{array}{r} \times 2,55 \\ 18 \\ \hline 2040 \\ 255 \\ \hline 4590 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \cdot 10 \\ 235,0 \\ - 1840 \\ \hline 5100 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 920 \\ \hline 0,2554 \\ \approx 0,26^\circ / \text{сут} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 18 \\ 18 \\ \hline 26 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,26 \\ 18 \\ \hline 208 \\ 26 \\ \hline 468 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} \cdot 10 \\ 23,5 \\ + 4,7 \\ \hline 78,8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 360 \\ 2,2 \\ \hline 72 \\ 72 \\ \hline 7920 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 792 \\ - 6 \\ \hline 19 \\ - 18 \\ \hline 12 \\ - 12 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \hline 264 \end{array}$$

- Солнце движется строго горизонтально.

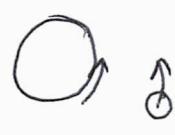
~~Солнце~~

~~ω<sub>0</sub>~~ - ω<sub>0</sub> = 15°/час

ω<sub>1</sub> = 15°/час -

- π<sub>0</sub> = 0,5°, ~~ω<sub>0</sub>~~ ω<sub>0</sub> = 4 мм ⇒

⇒ ~~μ = 1~~ / см 8 мм



$$\frac{360 \cdot 90 \cdot 15}{27,3 \cdot 24} =$$

$$\begin{array}{r} 1500 \\ - 1365 \\ \hline 1350 \end{array} \Bigg| \begin{array}{r} 273 \\ 0,55 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 273 \\ \hline 1778 \end{array} \times \begin{array}{r} 31 \\ 273 \\ \hline 5 \\ 1365 \end{array}$$

~~От центра~~ Проведём ~~вертикаль~~  
от центра ⊥ к горизонту.

$$\begin{array}{r} 1500 \\ - 1475 \\ \hline 250 \end{array} \Bigg| \begin{array}{r} 295 \\ 0,50 \end{array}$$

Его диаметр = 91 мм = 9,1 см ⇒ ~~ω<sub>0</sub>~~ ω<sub>0</sub> = 22,7 · 0,5 = 11,35°

- Между центрами 16 72 мм

$\frac{72}{16} = 4$  мм между центрами 0, что

$$\begin{array}{r} 91 \\ - 77 \\ \hline 8 \\ 30 \end{array} \Bigg| \begin{array}{r} 14 \\ 22,7 \end{array}$$

равно π<sub>0</sub> = 0,5° ⇒ ∠ между центрами 0 = 0,5°

0, в отличие от Луны, движется по земному небу только за счёт вращения ⊕ вокруг своей оси (пренебрежём движением ⊕ вокруг 0 в данном случае), ω<sub>⊕</sub> = 15°/час.

⇒ t между фотографиями =  $\frac{1}{30}$  часа = 2 мин.