

Определим масштаб фотографии:
 Видео, где фотографии были сделаны с периодом, равным
 расстоянию солнца на свой диаметр. Так выберем
 самый прямой участок ^{достаточно высоко} ~~высоко~~ над горизонтом δ
 (меньше рефракция), но не слишком высоко, т.к.
 солнце двинется по малому кругу.

2 июля прошло 10 дней с Л.С., поэтому $\delta_0 \approx 23^\circ$;
 $\alpha_0 \approx 90^\circ + 10^\circ = 100^\circ$.
 в Л.С. $\approx 100^\circ + 10^\circ$.

$D_0 = 30'$
 масштаб: $M \approx \frac{5}{9} \frac{D_0}{\text{мм}} \approx \frac{1}{18} \frac{30}{\text{мм}} \approx \frac{1}{18} \frac{1}{36} \text{ км} \approx \frac{5}{18} \text{ мм}$

Определим λ - пополюснее экватора: $d = \frac{23}{5} \cdot 18 \approx 82,8 \text{ мм}$
 Т.А - проекция Солнца на экватор в момент полноты
 фазы.

От Т.А ^{см. метр} до горизонта по экватору $\approx 6 \text{ мм}$, 200
 соотв. разнице час. углов $\Delta t \approx \frac{6}{18} \frac{5}{3} = \frac{5}{3}^\circ = 1 \frac{2}{3}$.

Высоты Солнца над горизонтом $\approx 57 \text{ мм} \Rightarrow h = 57 \frac{5}{18}$ ^{закон Солнца}

Определим долготу.
 звёздное время в этом пункте: $T_S = \alpha_0 + t_0 = \alpha_0 + \Delta t$

Разница между звёздным и местным временем:

$T_S = \text{UTC} - \frac{\lambda}{15} + \eta - 4^m \cdot D$; D - кол. водной, прошедших с
 Осеннего Р.А.

Тогда: $\alpha_0 + t_0 = \text{UTC} - \frac{\lambda}{15} - 4^m \cdot D + \eta$

$\frac{\lambda}{15} = \text{UTC} - 4^m \cdot D + \eta - \alpha_0 - t_0 \Rightarrow \lambda = 15 \text{ ч} (\text{UTC} - 4^m \cdot D - \alpha_0 - t_0 + \eta)$

$\text{UTC} = 20^h 40^m$ } $\text{UTC} - 4^m \cdot D = 2^h = 30^\circ$ $T_S = 100^\circ + 270^\circ + \Delta t \approx 360^\circ \Rightarrow T_S = \Delta t + 10^\circ$
 $4^m \cdot D \approx 18^h 40^m$ }
 пренебрегая уравнением времени: $\lambda = 30^\circ - \Delta t - 10^\circ =$

$= 18^\circ \frac{1}{3}$

* Все "времена" в градусах
 * $\eta = \text{УСВ} - \text{ССВ}$

стр. 1 лист 1.

$t_0 = 270^\circ + \Delta t$ - в момент наибольшей фазы затмения

Определим t_{\downarrow} - час. угол солнца в момент захода:

курс τ : $\approx 75 \text{ мкм} \Rightarrow \tau \approx 75 \cdot \frac{5}{18} = 20^\circ \frac{5}{6}$

Тогда $t_{\downarrow} = 270^\circ + \Delta t - \tau = 270^\circ + 1^\circ - 20^\circ + \frac{2}{3}^\circ - \frac{5}{6}^\circ =$

$= 270^\circ - 19^\circ \frac{1}{6}$

из сф. т. кос-в: $\cos t_{\downarrow} = -\text{tg} \varphi \text{tg} \delta_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \text{tg} \varphi = -\frac{\cos t_{\downarrow}}{\text{tg} \delta_0} = -\frac{\cos(270^\circ - 19^\circ \frac{1}{6})}{\text{tg} 23^\circ} = \frac{\sin 19^\circ \frac{1}{6}}{\text{tg} 23^\circ}$

$19^\circ \frac{1}{6} \approx$

$\sin 19^\circ \frac{1}{6} \approx \frac{25}{80} = \frac{5}{16}$

см. чертёжик

$\text{tg} 23^\circ \approx \frac{31}{80}$

$\frac{\sin 19^\circ \frac{1}{6}}{\text{tg} 23^\circ} \approx \frac{25}{80} \cdot \frac{80}{31} = \frac{25}{31}$

$\text{tg} \varphi \approx \frac{25}{31} \Rightarrow \varphi \approx \frac{100}{124} \Rightarrow \varphi \approx 40^\circ$

Отв: $\varphi = 40^\circ$
 $\lambda \approx 18,3$

Широту можно бы найти, проведя прямую

через "Трек" затмения, тогда бы она получилась равной $\approx 38^\circ$ до 48° , но этот метод менее точный, т.к. измерение а) есть рефракция

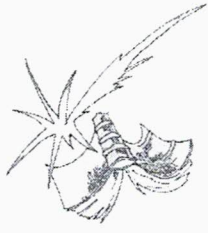
б) Солнце движется по малому кругу

в) ~~возможны~~ измерения в мн на таком небольшом масштабе точнее, чем в 1°.

* - все углы малы.

$\left. \begin{matrix} 90^\circ - \varphi \\ \rho \Delta t \tau \\ 90^\circ - \delta \end{matrix} \right\} 90^\circ - h = 0 \Rightarrow \cos t_{\downarrow} = -\text{tg} \varphi \text{tg} \delta$

НУК-5

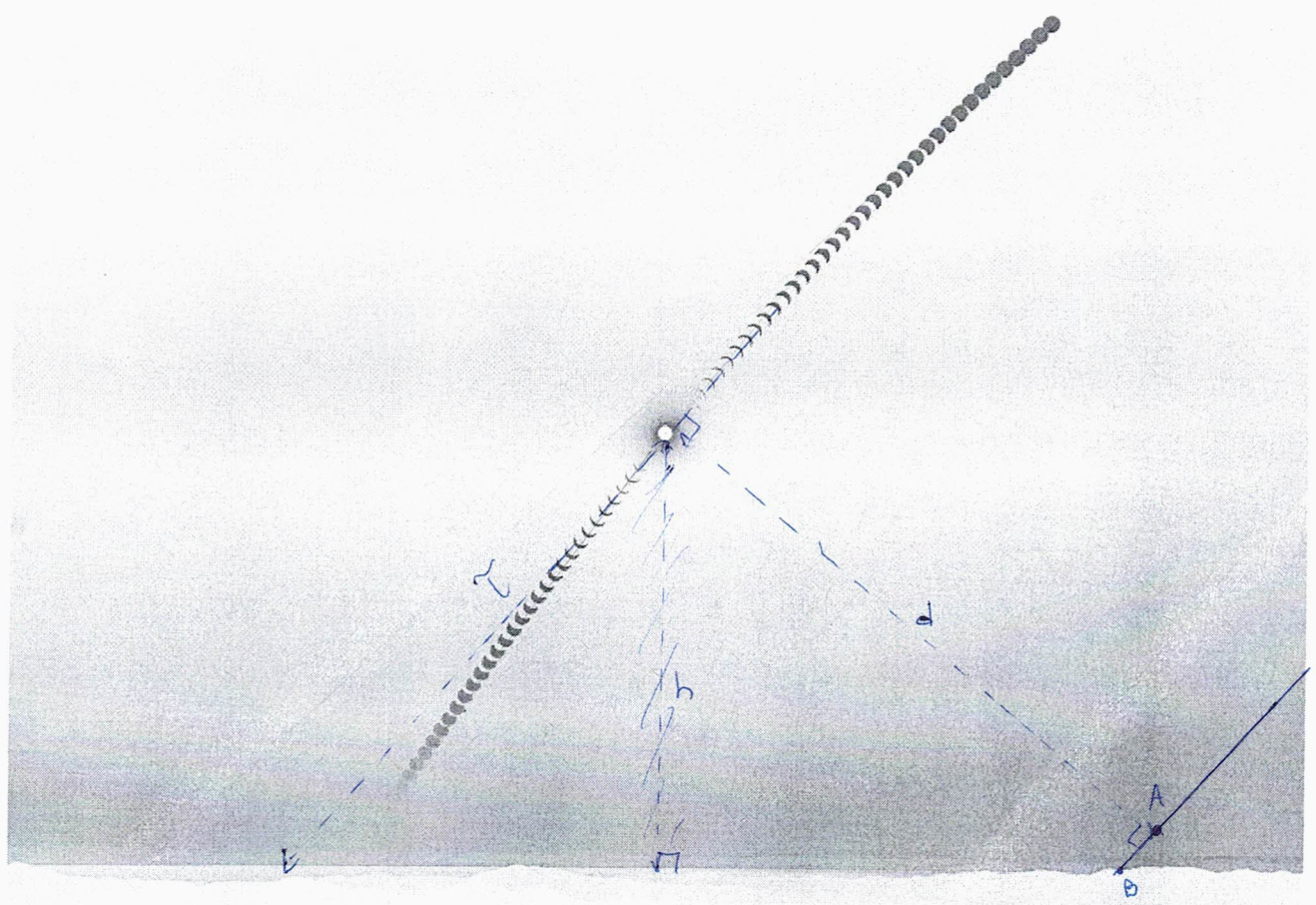


XXVII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур

2020
1
марта

10 класс

Вам дана серия фотографий полного солнечного затмения, наложенных друг на друга (негативов). Затмение произошло на закате Солнца 2 июля. Максимальная фаза затмения наблюдалась в 20 часов 40 минут по Всемирному времени. На фотографии видна линия горизонта. Определите как можно точнее географические координаты места наблюдения.



ИГК-5
Лерювик

от 270000 за 20 дней
 $\alpha_0 \approx 26^\circ \text{A } 100^\circ$

гр. гр.

проф. проф. 30.01.

$$\begin{array}{r} 3500 \\ \times 16 \\ \hline 21000 \\ \times 37 \\ \hline 118000 \\ \hline 153000 \end{array}$$

204 2058

$$\cos t = -\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta$$

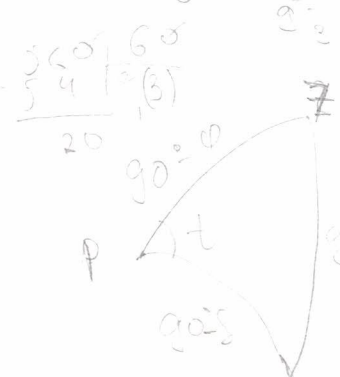
$$\operatorname{tg} \varphi = -\frac{\cos t \operatorname{tg} \delta}{\operatorname{tg} \delta}$$

$$15 D_0 \rightarrow 31 \mu\text{m}$$

$$20 D_0 \rightarrow 55 \mu\text{m}$$

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

$$\cos t = \frac{\sin h - \sin \varphi \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta}$$



$T_s' = d_0 \operatorname{tg} t_0$ - на границе

$$T_s' = T_0 - v \cdot D_0 - \frac{\lambda}{c} \cdot \text{D.P.}$$

$$T_0 \approx T_s' + 4818^\circ + 40^m$$



$$d_0 \operatorname{tg} t_0 = T_0 \cdot 7.18 \cdot 40^m - \frac{\lambda}{150 \mu\text{m}}$$



$$\begin{array}{r} 55 \mid 31 \\ 31 \overline{) 165} \\ \underline{240} \\ 24 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 55 \mid 31 \\ 31 \overline{) 165} \\ \underline{240} \\ 24 \end{array}$$

$$\sqrt{\frac{5}{9} \frac{D_0}{\mu\text{m}}}$$

$$S_0 = 2 \cdot 3 \cdot 8 = 48$$

$$v_0 = 16$$

$$\frac{80}{9} \text{ / } \mu\text{m}$$

$$\frac{80}{3} = \frac{4}{27} \text{ / } \mu\text{m}$$

$$\frac{23 \cdot 4}{27} = \frac{92}{27} = 6,8$$

$$57 \mid 18$$

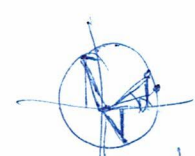
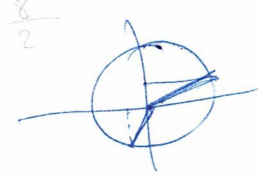
$$\begin{array}{r} 23 \mid 5 \\ 20 \overline{) 115} \\ \underline{100} \\ 15 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \mid 18 \\ 4 \overline{) 72} \\ \underline{108} \\ 822 \end{array}$$

$$\Delta t = 1,9 \mu\text{s}$$

$$= \frac{7,6}{27}$$

$$\begin{array}{r} 92 \mid 27 \\ 81 \overline{) 108} \\ \underline{110} \\ -108 \\ \hline 2 \end{array}$$

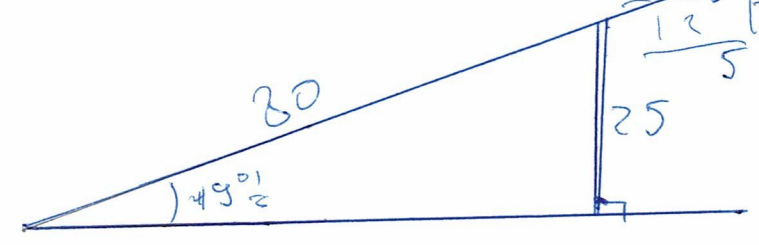


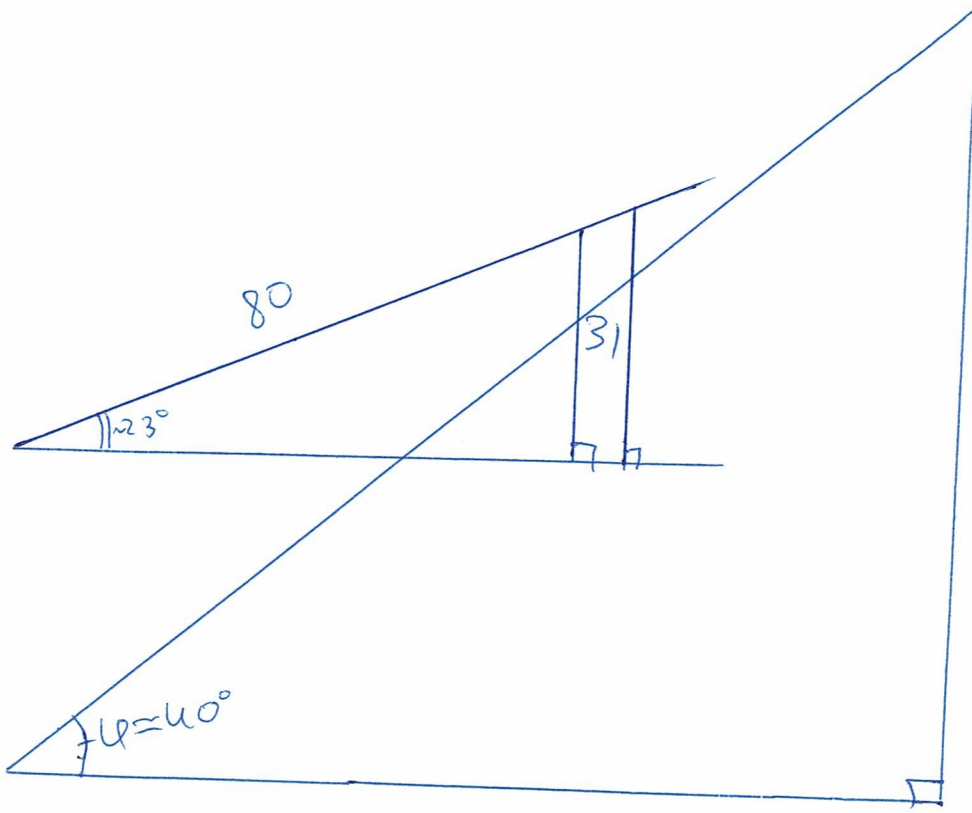
$$\cos(270 + \alpha)$$

$$\frac{2^2}{3} - \frac{5}{6} = \frac{4}{6} - \frac{5}{6} = -\frac{1}{6}$$

$$7,5 \mid 30$$

$$\begin{array}{r} 7,5 \mid 30 \\ 15 \overline{) 150} \\ \underline{125} \\ 25 \end{array}$$





#8K-5
проблем
 $\begin{array}{r} \times 31 \\ 124 \\ \hline \end{array}$