

Первое: найду μ -ые голочки, сравню их угловой размер с размером Солнца. Мы знаем, что угловые размеры Солнца и Луны приблизительно одинаковы (постопу и Сивакой немие зйтмени) и равны $\approx 0,5^\circ$; Дие точное расчитано.

$$\alpha_0 = \frac{D_0}{d_0}; \text{ где } D_0 \approx 2.695000 \text{ км, при этом на изображении:}$$

$$d_{0k} = 3,5 \text{ мм}$$

$$\alpha_k = \frac{h}{r}; \text{ где } h - \text{рост человека (высота } h = 1,70 \text{ м), а } r - \text{расстояние } \mu\text{-ие голочки}$$

$$d_{0k} = 3 \text{ мм} \Rightarrow \frac{\alpha_k}{\alpha_0} = \frac{d_{0k}}{d_0} \Rightarrow \frac{h}{r} = \frac{D_0}{d_0} \cdot \frac{3}{3,5}$$

$$\Rightarrow r = h \cdot \left(\frac{\alpha_0}{D_0} \cdot \frac{3,5}{3} \right); \quad r = 1,7 \text{ м} \cdot \left((33') \cdot \frac{7}{6} \right) =$$

$$= \frac{1,7 \text{ м} \cdot 33 \cdot 60}{(0,00925 \text{ рад}) \cdot \frac{7}{6}} \approx \left(\frac{1,5}{0,00925} \right) \text{ м} = 162,2 \text{ м}$$

Теперь возможно найти высоту Солнца над горизонтом. Пусть горизонт - эллипсидиане граница ^(линии) песка и леба (проведу его на фото). Высота Солнца в м на фото:

$$H_k = 9 \text{ см, тогда:}$$

$$\frac{H_0}{d_0} = \frac{9 \text{ см}}{3,5 \text{ мм}} = \frac{9 \text{ см}}{0,35 \text{ см}} \approx 25 \Rightarrow H_0 = d_0 \cdot 25 = 875' (= 13,75^\circ)$$

Стой заметить, что это высота с учётом рефракции! Так же замету, что зйтмени

Свойский процесс, поэтому высота солнца примерно равна во всем по градусам.

Теперь о широте: 4 день - день вблизи земной орбиты (22 ден):

В день ЗС $\delta_{\text{З.С.}} = -23^{\circ}26'$. Наклонение солнца меняется неравномерно в течение времени периода обращения Земли. Но примерно за 18 дней (22 ден - 4 ден) склонение уменьшится на $2,5^{\circ}$

тогда будет $\delta_{\text{4 ден}} = -21^{\circ}$

~~...~~

...

Интервал фото времени которого диапазон фото: Солнце и Луна движутся в разные стороны, что видно из календаря. С-по время затмения:

$$\tau = \frac{\Delta\alpha}{\omega_1 + \omega_2}; \quad \left. \begin{array}{l} \omega_1 = 17\% \\ \omega_2 = 1\% \end{array} \right\} \text{ - условия ск-ти движения Луны и Солнца по небу Земли}$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{0,5^{\circ}}{13\%} = 55 \text{ min}$$

Если пропускать только все фото календаря слева направо от 1 до 33, то видно, что само затмение было с 5 по 30 фото, т.е. разделение на 75 интервалов.

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{\tau}{75} = \frac{55 \text{ min}}{75} = 2,2 \text{ min} \quad (\text{цифры есть на фото, которое сфотографировано сработкой})$$

Обращаясь к карте, стоит отметить, что
затмение неполное

...

Максимальная фаза затмения происходит, когда расстояние между центрами Солнца и Луны равно сумме радиусов Солнца и Луны, но эти центры не симметричны относительно центра Земли, поэтому центры Луны и Солнца не лежат на прямой, параллельной поверхности.

Справа от ≈ 17 обратная этой ситуация.

Если бы центр Солнца примерно совпадал с центром Луны, то фаза Луны изменялась бы с тем же темпом, что и фаза Луны. Однако фаза неправо, и Луна от наблюдателя движется влево, а от т.к. они с Солнцем движутся в разные стороны, то Солнце для человека движется

~~вправо~~

вправо. Для наблюдателя на Солнце

Луна движется ~~влево~~ вправо

...

Конечно, главное не забыть о том, что это явление кульминации, но если помнить, что во время затмения Солнце вблизи верхней точки, то

$$\varphi = 90 - h + \delta_{\text{солн}} = 90 - 13,75 - 21 = 55,25 \approx 55^{\circ} 15'$$

Т.к. это не кульминация на геоде, то справедливее

будет сказать, что широта

определяется интервалом средних минут
 на что так же указывает меньшее значение.

Ответы:

$\mu_0 = 13^{\circ} 75' = 13^{\circ} 45'$

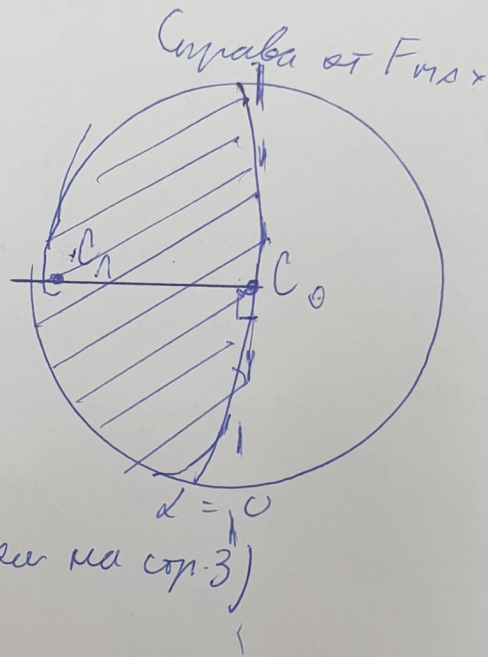
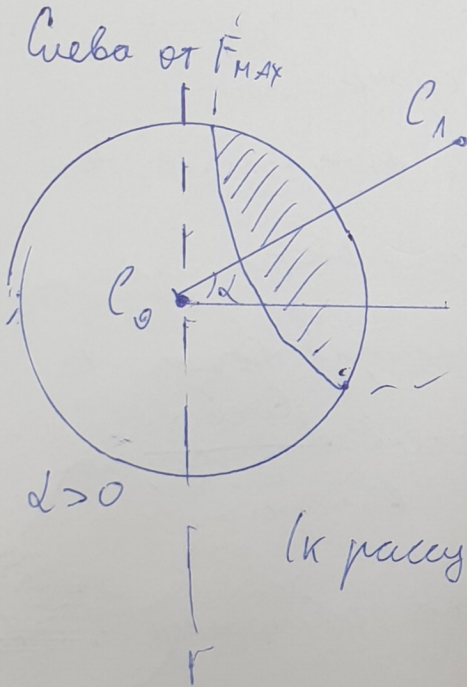
$r = 162,2 \text{ м}$

лучи выраво

$\gamma \approx 55^{\circ} 15'$ (среднее)

лучи выраво

$\Delta \tau = 2,2 \text{ мин}$



(к рассуждениям на стр. 3)



XXIX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур

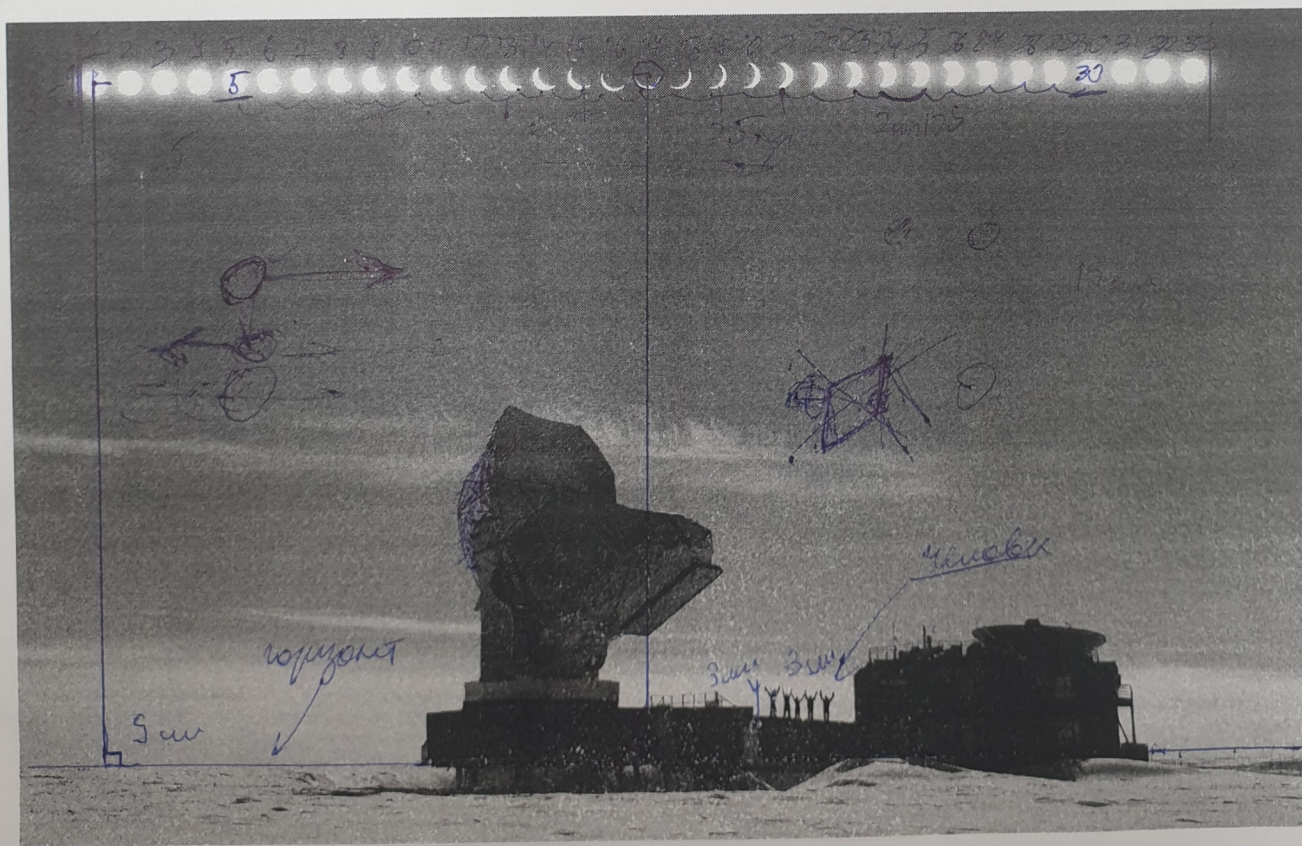
2022

13
марта

9 класс

Handwritten notes and diagrams in blue ink, including a diagram of a telescope and some scribbles.

Вам дан коллаж фотографий затмения, произошедшего 4 декабря. Определите высоту Солнца над горизонтом в момент максимальной фазы затмения, широту места наблюдения, расстояние до людей на крыше здания от места съемки. Определите, куда движется Солнце относительно наблюдателя (влево или вправо) и куда движется Луна относительно Солнца. Найдите время, через которое делались кадры для коллажа. Можно считать, что нижняя граница изображения параллельна математическому горизонту.



Решения задач и результаты олимпиады будут размещены на сайте

<http://school.astro.spbu.ru>

5 из 5