

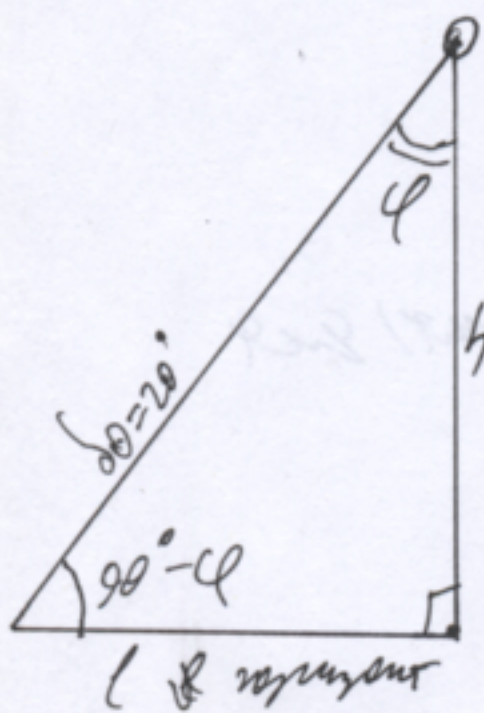
Наблюдатель находится в южной полушарии, т.к. Солнце заходит справа плечево (с севера на юг), когда как в северной полушарии Солнце заходит слева плечево (с юга на север). ( $\varphi < 0^\circ$ )

Затмение произошло 2 июля  $\Rightarrow$  склонение Солнца примерно равно  $20^\circ$ . ( $\delta \approx 20^\circ$ )

Т.к. на географии запечатлен мексиканский кусок неба, то будем считать, что этот кусок неба - Мексика.

Измерили угловой диаметр Луны в максимальной фазе затмения. Он оказался равен 2 мм. Телесный угол Луны равен  $30'$   $\Rightarrow$  масштаб географии  $4 \text{ км} \sim 1^\circ$ .

Вспомогательная перпендикуляр из центра диска Луны к горизонту. Проведем "линию Солнца" до пересечения с горизонтом. Получим прямоугольный треугольник. Пусть



Гипотенуза этого треугольника - это круг, на котором склонение любой точки будет равно  $\delta = 20^\circ$ . (Т.к. радиусы как времени так и Солнца практически не изменяет свое склонения).  $\Rightarrow$  Гипотенуза перпендикулярна экватору, а значит угол между ней и горизонтом равен  $90^\circ - \varphi$ . Значит второй острый угол треугольника  $= \varphi$ .



Его можно измерить тригонометриями, а так же можно найти искомая из отношения катетов.

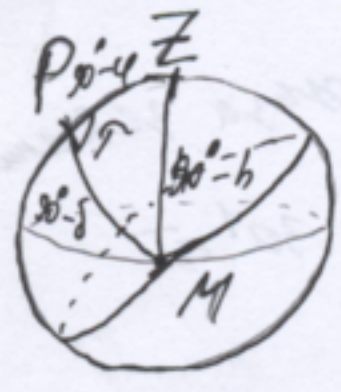
Сначала измерили его тригонометриями. Он оказался равен  $\varphi_1 \approx 36^\circ$ .

Теперь найдем отношение высоты Солнца над горизонтом ( $h$ ) и тупоугольным углом Солнца от зенита до заката на горизонте ( $\ell$ )

$h \approx 14,25$ ;  $\ell \approx 10^\circ$

$\varphi_2 = \arctg \frac{\ell}{h} \approx \arctg 0,7 = 35^\circ$  (как порою, это у нас все крупные значения тригонометрических функций!)

Как мы можем заметить, значения оказались приблизительно равными, но это  $\varphi \approx 35^\circ$  (вообще  $\varphi \approx -35^\circ$ , т.к.  $\varphi < 0^\circ$  (оказано выше)).



Рассмотрим сферическую сферу. На ней:

Z - зенит; P - полюс мира; M - светило;

Г - угол, на который смещается светило по своему кругу склонения, <sup>до горизонты</sup> направление кувейтских

$PZ \approx 90^\circ - \varphi$ ;  $PM \approx 90^\circ - \delta$ ;  $ZM \approx 90^\circ - h$ . (или поворота светового дня, или M - Солнце)

Применим сферическую Th cos:

$\cos(90^\circ - h) \approx \cos(90^\circ - \varphi) \cos(90^\circ - \delta) + \sin(90^\circ - \varphi) \sin(90^\circ - \delta) \cos \tau$   
\* звезда на закате  $\Rightarrow h \approx 0^\circ$ .

$0 \approx \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \tau$

$\cos \tau \approx - \tan \varphi \tan \delta$

Теперь найдем  $\tau$  (поворот светового дня) для нашей ситуации.

$\tau \approx 37^\circ$



Т.е. закат Солнца произойдет в

$$t_{\text{зак.}} = 12^{\text{ч}} + \frac{\tilde{\tau}}{180^{\circ}} \cdot 12^{\text{ч}} = 14^{\text{ч}} 37,6^{\text{м}} \text{ по местному солнечному времени}$$

Вернемся к прямоугольному треугольнику. Необходимо найти гипотенузу по известным. Это можно сделать 2-мя способами: измерив линейкой, или воспользоваться теоремой Пифагора.

$$S_1 = 17,5^{\circ} - \text{измерение линейкой.}$$

$$S_2 = \sqrt{3^2 + 2^2} = 3,6^{\circ} - \text{Тн Пифагора.}$$

$$\text{Значения примерно равны} \Rightarrow S = 17,5^{\circ}.$$

Как известно, Солнце делает круг по небу за 24ч.  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  Время от захода до заката Солнца будет равно:

$$\tilde{\tau}_S = \frac{17,5}{360} \cdot 24^{\text{ч}} = 1^{\text{ч}} 7,2^{\text{м}}$$

Время заката по всемирному времени будет:

$$t_{\text{зак.UT}} = 20^{\text{ч}} 40^{\text{м}} + \tilde{\tau}_S = 21^{\text{ч}} 47,2^{\text{м}}$$

Значит долгота места наблюдения:

$$\lambda = t_{\text{зак.UT}} - t_{\text{зак.}} = 7^{\text{ч}} 9,6^{\text{м}} \text{ или } 7^{\text{ч}} 9,6^{\text{м}} \text{ западной долготы!}$$

Ответ:  $35^{\circ}$  северной широты;  $7^{\text{ч}} 9,6^{\text{м}}$  западной долготы.



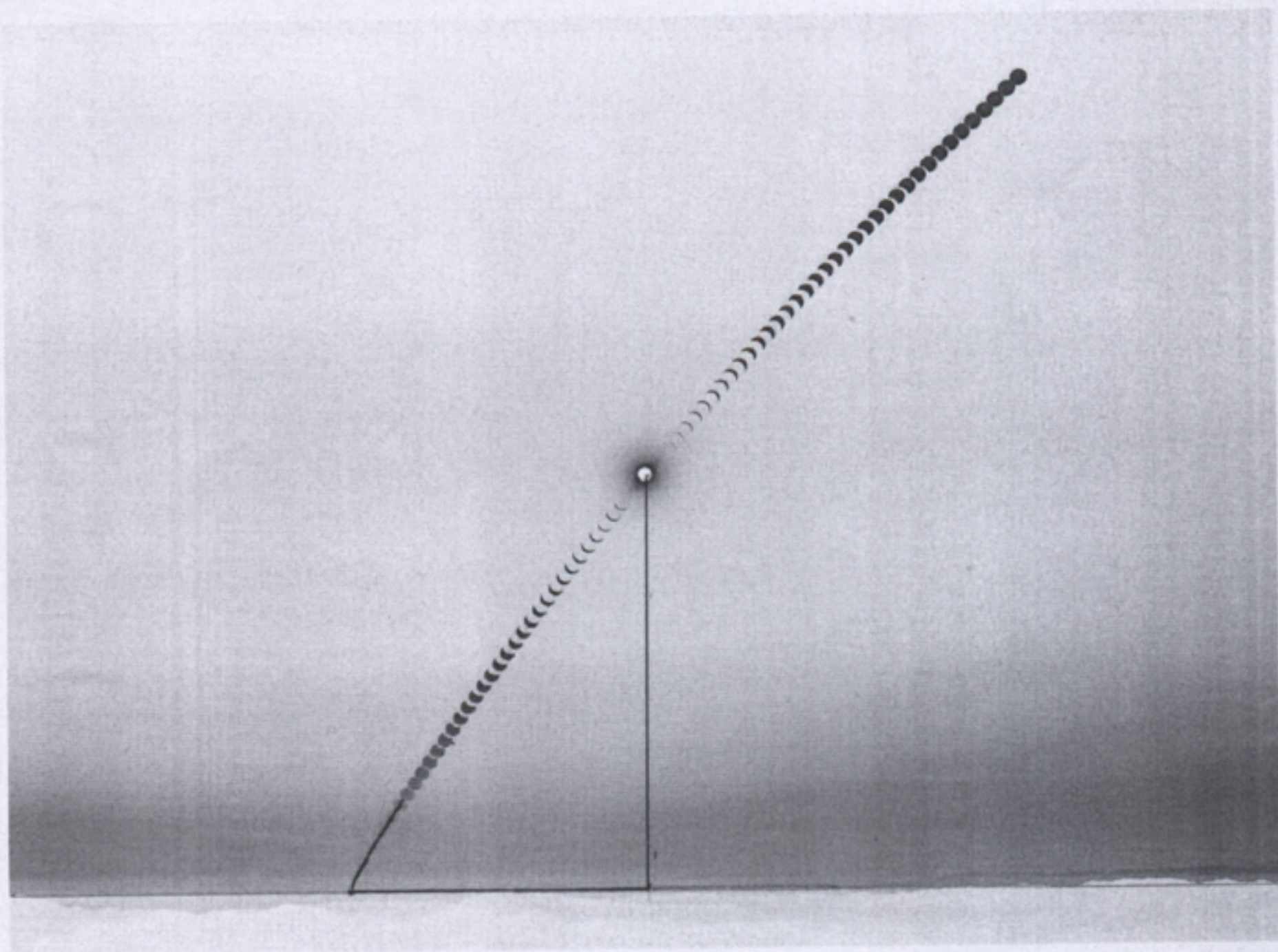


XXVII Санкт-Петербургская  
астрономическая олимпиада  
практический тур

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.



Решения задач и результаты олимпиады смотрите на сайте

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