

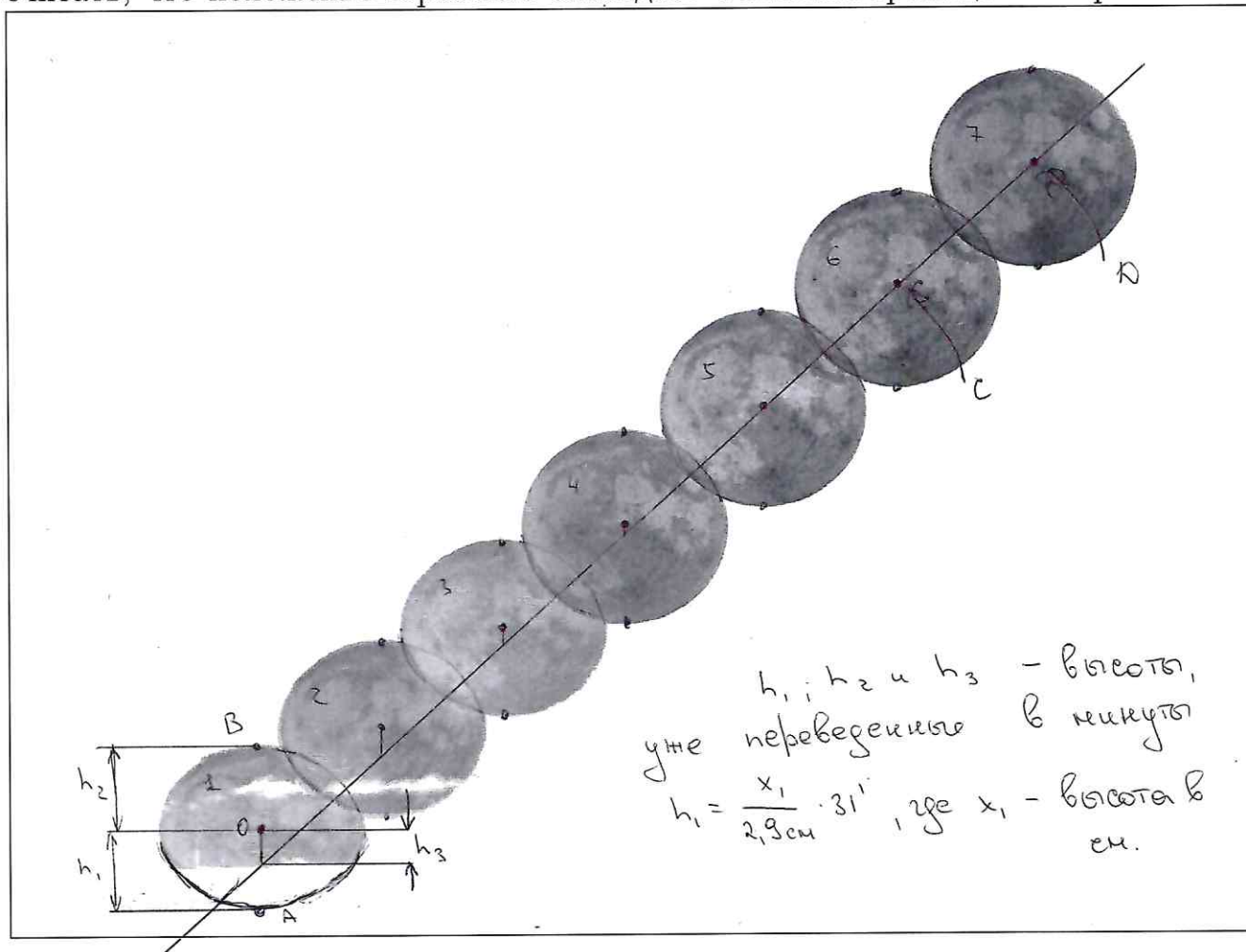
XXXII Санкт-Петербургская Астрономическая олимпиада практический тур

2025

2
марта

10 класс

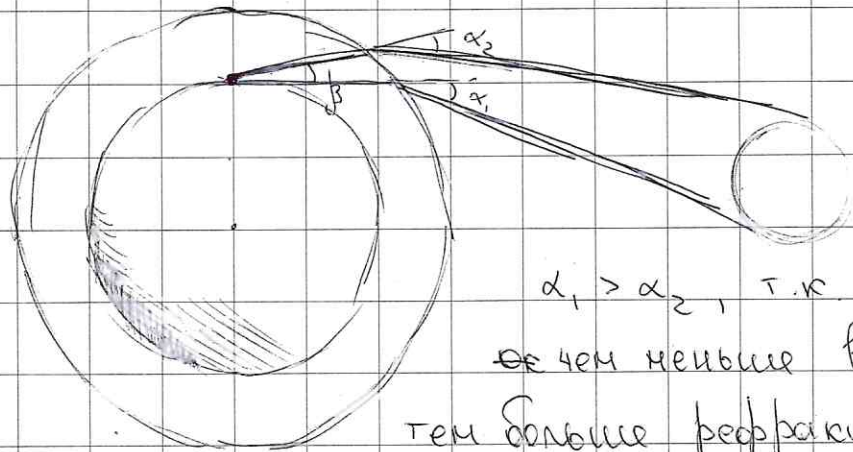
Вам даны наложенные на один снимок изображения Луны недалеко от горизонта, полученные во время ее восхода (нижние изображения частично перекрыты зданиями и облаками). Считая рефракцию на горизонте при имеющихся атмосферных условиях равной $30'$, постройте зависимость угла рефракции от высоты для малых высот в виде таблицы или графика, а также оцените величину угла рефракции на высоте, равной 3° . Можно считать, что положение горизонта совпадает с нижней границей изображения.



Решения задач и результаты олимпиады будут размещены на сайте

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

(1) Заметим, что именно из-за рефракции Луна около горизонта получается сплюснутой.



$\alpha_1 > \alpha_2$, т.к. это
 чем меньше высота,
 тем больше рефракция

Нам кажется, что мы видим Луну с угловым размером по вертикали β . Однако ее фактический угловой размер $\beta + \alpha_1 - \alpha_2 > \beta$, т.к. $\alpha_1 > \alpha_2$. И тогда $\beta + \alpha_1 - \alpha_2$ — ее фактический угловой размер, а β — видимый и он меньше, поэтому мы видим Луну сплюснутой около горизонта.

Примем фактический угловой размер Луны равным $31'$. На фотографии это расстояние $2,9$ см (мерим по горизонтали, т.к. по горизонтали нет сплюсывания и т.д.). Высота всей фотографии 13 см, а значит если использовать плоское приближение это около $2,3^\circ \Rightarrow$ ~~малый~~ малый угол $\Rightarrow$ можно плоское приближение

(2) Также можно считать, что в течении 2° около горизонта, Луна двигалась ~~по~~ по прямой, не будучи рефракции. ~~не~~ "сплюснутость" Луны, а то есть ее угловой размер по вертикали не почти не изменился на последних двух фотографиях, а значит можно считать, что там рефракция примерно одинаковая. ~~Тогда~~ Также можно отметить центры для всех положений Луны (средина отрезка, соединяющего две точки в одной высоте и максимальном расстоянии между ними). Тогда проведем через 2 верхних центра прямую и через отклонения центров Луны на остальных фотографиях от этой прямой можно узнать разность рефракций в верхних точках и в δ точке, для которой смотрим.

Также заметим, что положение ^{нижней} ~~нижней~~ точки в Луны на 4 фотографии расположено почти идеально на той же высоте, что и центр Луны на 3 фотографии, а значит рефракция в этих двух точках можно считать одинаковой.

(3) Точка А находится на высоте 4' от горизонта. Это очень мало, поэтому будем считать, что рефракция в этой точке тоже 30'

$$\rho_A = 30' \Rightarrow \rho_B = \rho_A + (h_1 + h_2) - 31' = 23,5'$$

$$\rho_0 = \rho_A + h_1 - \frac{31'}{2} = 26,5', \text{ а значит}$$

$$\rho_c = \rho_0 = \rho_0 - h_3 = \frac{20,5'}{21,0'}$$

(h_1 , h_2 и h_3 — высоты, уже переведенные в градусы / минуты)

Далее через $\rho_c = \rho_0$ мы сможем найти рефракцию в центре Луны для каждого из ее 7 положений (7 колонн-ных фотографий), а отсюда через аналогичные h_1 и h_2 найдем рефракцию на краях Луны (верхней и нижней). Составим таблицу для этого:

(4) Таблица

	$h, ^\circ$	$s, ^\circ$	$h, ^\circ$	$s, ^\circ$	$h, ^\circ$	$s, ^\circ$	$h, ^\circ$	$s, ^\circ$
1	4,3	30	33,1	24,2	64,2	22,5	99,5	21,2
	16,0	26,24	46,0	23,1	79,2	22,0	115,2	21,0
	28,9	23,5	58,5	22,2	93,2	21,5	129,4	20,8
2	18,2	25,8	47,0	23,0	82,4	21,83		
	31,0	24,2	61,0	22,6	97,3	21,0		
	43,8	23,0	76,0	22,2	113,0	20,8 20,8		

По ~~этой~~ Проэкстраполировав зависимость, можно видеть что рефракция на высоте 3° будет около $\boxed{20,3' = s(3^\circ)}$

(5) График зависимости $s(h)$

