КГД-1

XXVIII Санкт-Петербургская астрономическая олимпиада

практический тур

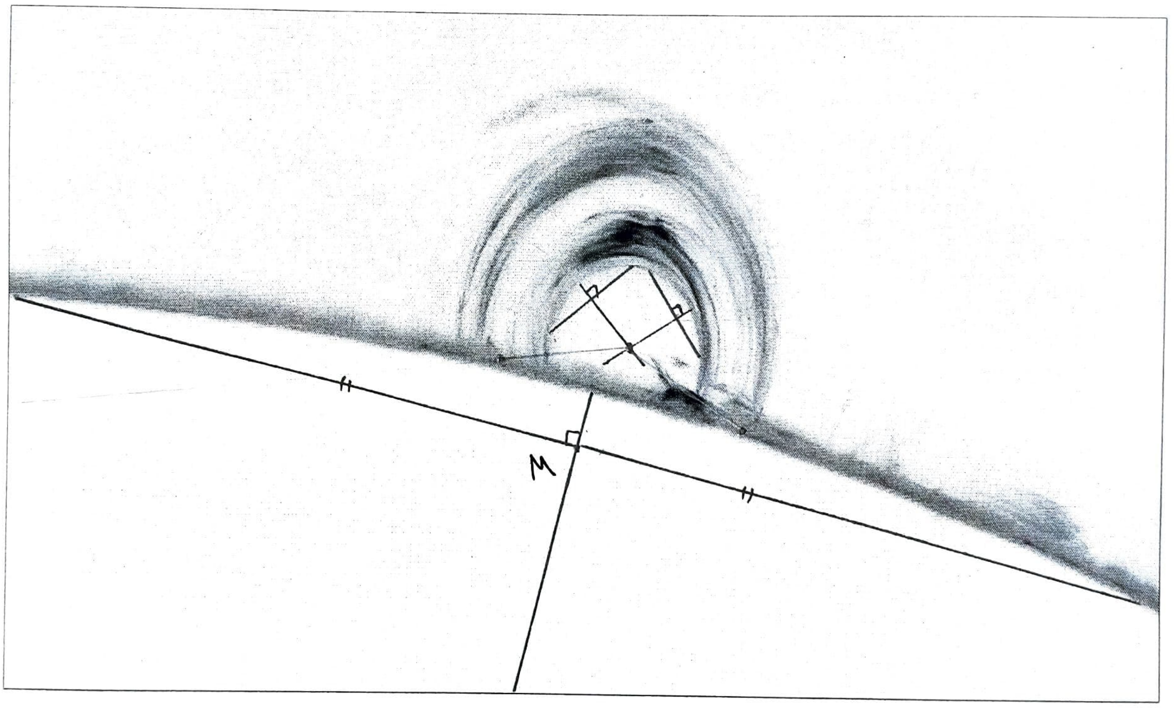
2021

14 марта

---

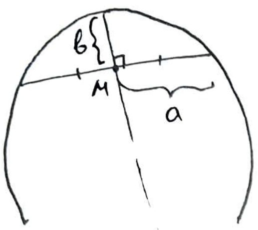
10 класс

Вам дано изображение (негатив) корональной петли, образовавшейся на видимом краю диска Солнца из-за выхода силовых линий магнитного поля. Оцените объем этой корональной петли, считая ее изогнутой трубкой.



КГД-1

Для оценки объема петли, выясним масштаб картинки, для этого определим радиус Солнца на картинке. На снимке нам доступна дуга окружности диска Солнца, проведем наибольшую возможную хорду (для уменьшения погрешности). К этой хорде проведем ~~к~~ сер. пер-р. Т.к это сер. пер. к хорде он проходит через центр Окружности. Из степени точки М:



$$в(2R-в)=a^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \frac{a^2-в^2}{2в}$$; Из построений на ~~картинке~~ фото:

$$R = \frac{77^2-7^2}{2\cdot 7} = \frac{77\cdot 11-7}{2} = \frac{840}{2} = 420\text{ мм} \quad \begin{cases} a = 77\text{ мм} \\ в = 7\text{ мм} \end{cases}$$

$R = 420$ мм $\sim 700\,000$ км - примерный радиус Солнца.
— это наш масштаб.

Чтобы посчитать примерный объем нашей петли (изогнутой трубки) посчитаем сред. площадь сечения и длину.
Для сред. площ. сечения $S_{ср}$, на снимке измерим несколько диаметров трубки:

$D_1 = 18$ мм - диаметр сверху, максимальный
$D_2 = 9$ мм - справа, минимальный
$D_3 = 15$ мм - слева, средний

$$D_{ср} = \frac{D_1+D_2+D_3}{3} = \frac{42}{3} = 14\text{ мм}$$

$$\Rightarrow R_{ср} = \frac{D_{ср}}{2} = 7\text{ мм}.$$

$$S_{ср} = \pi R_{ср}^2$$

Для нахождения длины трубки, найдем центр маленькой окружности, создаваемой внут. частью петли. Будем считать нашу трубку участком ТОРА, а его примерный объем будем считать через средний радиус. Найдем центр этой фигуры, построив 2 сер. перп-а к разным хордам, их точка пересеч. - центр. От этой точки измерим несколько расстояний до внут. стороны и внеш. стороны петли.

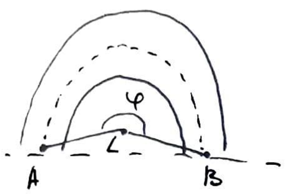
$R_{внут}$, мм	$R_{внеш}$, мм	$R'_{ср}$, мм
20	10	15
30	11	21
23	11	17
25	10	18

; $R'_{ср} = \frac{R_{внут} + R_{внеш}}{2}$

$\Rightarrow \rho$ - средний радиус

$$\rho = \frac{R'_{ср,1} + \ldots R'_{ср,4}}{4} = 18\text{ мм}.$$

КГД-1



$AL = LB = l$; с помощью транспортира посчитаем угол $360 - \varphi$; $360 - \varphi = 160 \Rightarrow \varphi = 200^\circ$

L – длина дуги AB (большей)

$L = \frac{2\pi l \cdot 200}{360} = \frac{2\cdot 3\cdot 18\cdot 200}{360} = \frac{36\cdot 200}{360} =$ ~~…~~ мм. $20\cdot 3$ мм $= 60$ мм

$V = L\cdot S_{кр} = \pi R^2_{кр}\cdot L = 3\cdot 7^2\cdot 60 = 2^2\cdot 3^2\cdot 5\cdot 7^2$ мм^3 – наш объем в кубич. мм

Из нашей пропорции

420 мм ~ 700000 км

6 мм ~ 10^4 км $\nearrow 3$

6^3 мм^3 ~ 10^{12} км^3

$2^2\cdot 3^2\cdot 5\cdot 7^2$ ~ x км^3 $\Rightarrow x = \frac{10^{12}\cdot 2^2\cdot 3^2\cdot 5\cdot 7^2}{2^3\cdot 3^3} = \frac{10^{12}\cdot 5\cdot 49}{6} \approx$

$\approx 40\cdot 10^{12} = 4\cdot 10^{13}$ км^3

Отв: $V_{кр} = 4\cdot 10^{13}$ км^3