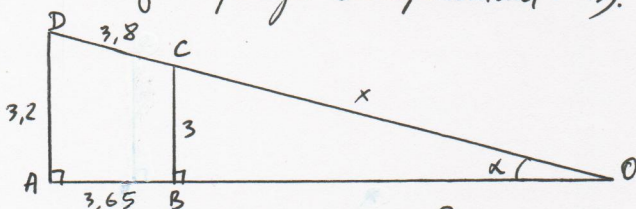


Построим перпендикуляры к поверхности Солнца в точках, соответствующих серединам участков петли у поверхности.

Пусть точка пересечения правой перпендикуляра и поверхности - D, из нее на первую прямую опускаем перпендикуляр (т. пересечения с первой прямой - A).

Точка C - пересечение правой прямой и края картинки, из C опускаем перпендикуляр на левую прямую (т. пересечения - B).



Если продолжить ~~эти~~ прямые AB и CD, то они пересекутся в ~~точке~~ центре Солнца (т. O), т.к. являются радиусами.

Мы можем измерить линейкой все 4 отрезка:

AB = 3,65 см; BC = 3 см; CD = 3,8 см; DA = 3,2 см.

Обозначим OC за x

В $\triangle OCB$: $\cos \alpha = \frac{3}{x}$
 В $\triangle ODA$: $\cos \alpha = \frac{3,2}{3,8+x}$

$$\frac{3}{x} = \frac{3,2}{3,8+x}$$

$$3,2x = 3 \cdot 3,8 + 3x$$

$$0,2x = 3 \cdot 3,8$$

$$x = 3 \cdot 3,8 \cdot 5 = 57 \text{ см}$$

Можем рассчитать масштаб:

$$R_{\odot} = 3,8 + x = 3,8 + 57 = 60,8 \text{ см} \approx 61 \text{ см}$$

$$R_{\odot} = 7 \cdot 10^8 \text{ м}$$

$$\Rightarrow 1 \text{ см соответствует } 11,5 \cdot 10^6 \text{ м}$$

Т.к. мы можем считать петлю изогнутой трубкой, то можем взять за диаметр трубки ширину петли на картинке. Требуется лишь оценить, так это пренебрежем тем, что ширина меняется и возьмем диаметр правого конца петли. $D = 1 \text{ см} \Rightarrow R = 0,5 \text{ см}$. В реальности $R = 0,5 \cdot 11,5 \cdot 10^6 \text{ м} = 5,75 \cdot 10^6 \text{ м}$.

Для упрощения расчетов длины петли, будем считать, что если ее прогнуть, то будет получена эллипс (у поверхности она уже изогнута).

Чтобы сгладить погрешность из-за кривизны дуги, возьмем эллипс, соответствующий середине принятой идеальной петли шириной 1 см.

Измерили большую и малую полуоси: $a = 1,9 \text{ см}$; $b = 1,6 \text{ см}$

Длина эллипса L высчитывается по формуле $L = \pi(a+b)$

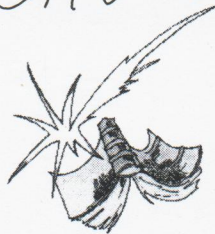
Нам нужен не весь эллипс и не половина. Посчитаем длину петли, как длина половины эллипса + отрезок от ~~левой~~ точки пересечения малой полуоси и эллипса до поверхности слева и справа. Здесь они длины к прямым, поэтому допустимо

$$l = \frac{L}{2} + 0,5 \text{ см} + 0,9 = \frac{\pi(1,9+1,6)}{2} + 0,5 + 0,9 \approx 5,6 + 0,5 + 0,9 = 7 \text{ см}$$

$$l = 7 \cdot 11,5 \cdot 10^6 \approx 80 \cdot 10^6 \text{ м} = 8 \cdot 10^7 \text{ м}$$

$$V = \pi R^2 \cdot l = \pi \cdot 5,75^2 \cdot 10^{12} \cdot 8 \cdot 10^7 = \pi \cdot 23 \cdot 11,5 \cdot 10^{19} \approx 7 \pi \cdot 265 \cdot 10^{19} \approx 8 \cdot 10^{21} \text{ м}^3$$

Ответ: $V \approx 8 \cdot 10^{21} \text{ м}^3$

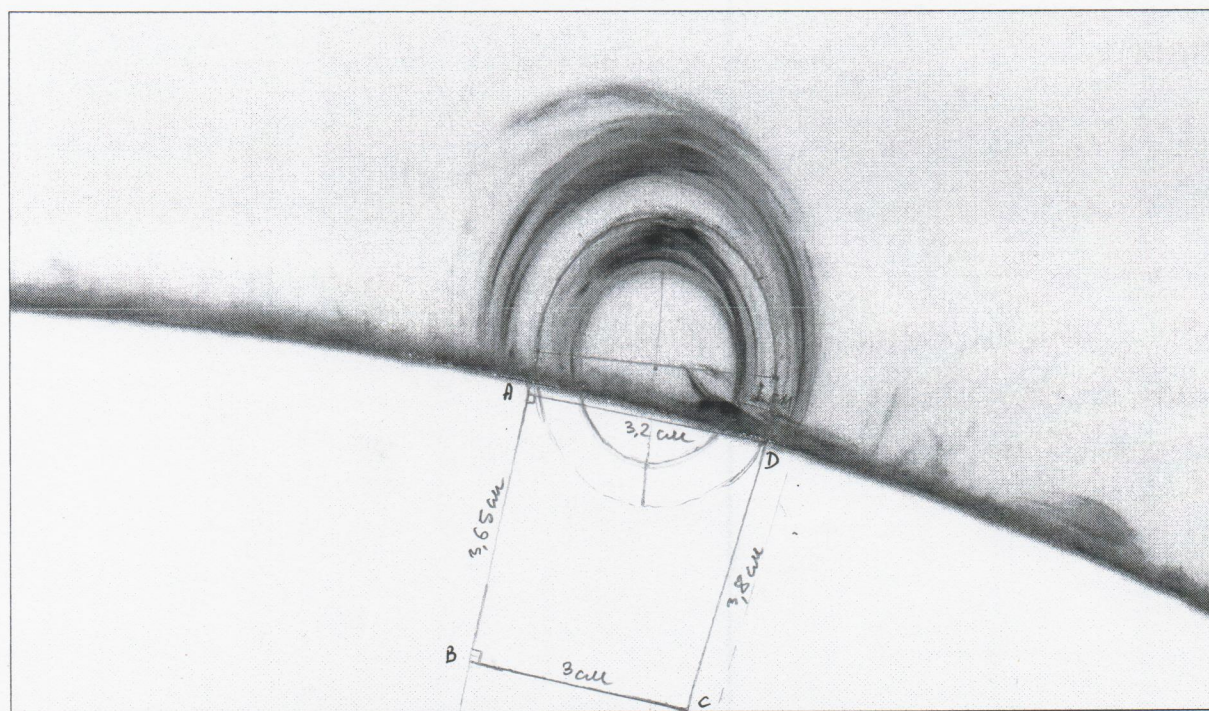


XXVIII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур

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.



Решения задач и результаты олимпиады будут размещены на сайте

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

