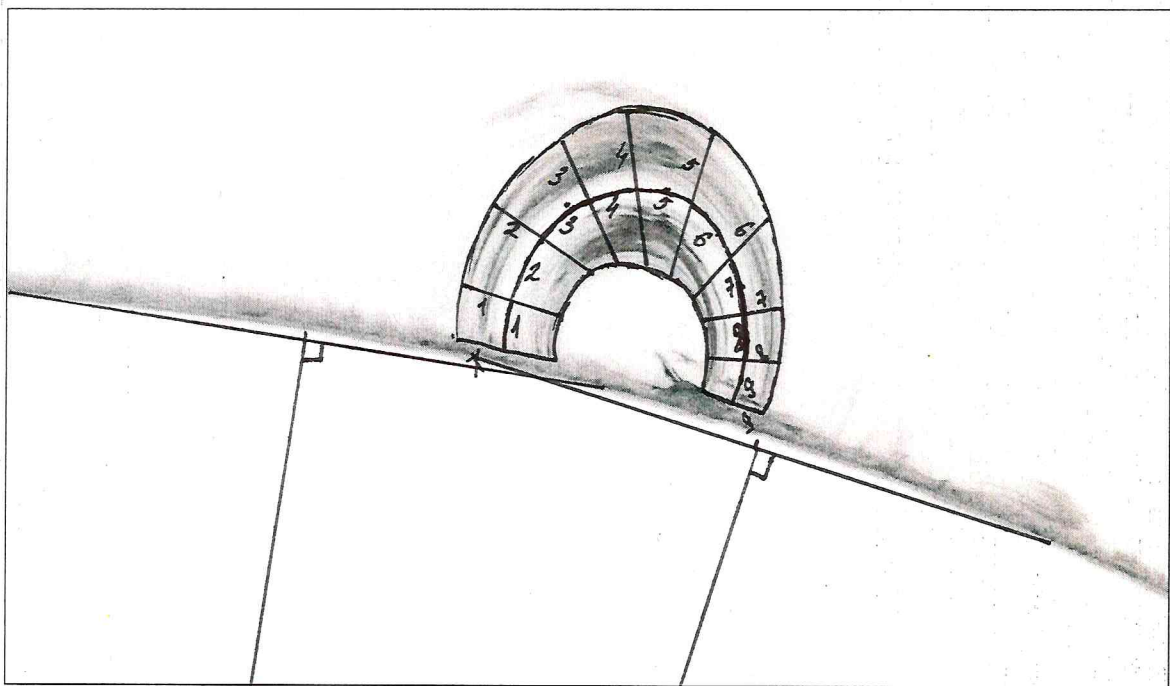


XXVIII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур

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

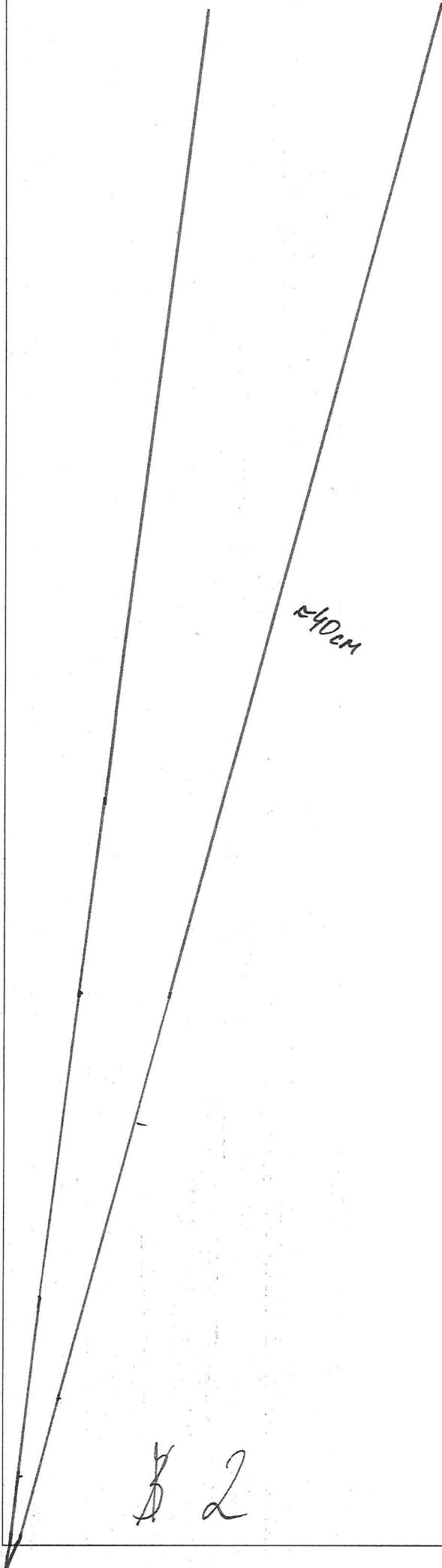
<http://school.astro.spbu.ru>

Продолжение чертежа:



40 см

2



Решение

Для начала оценим ~~наши~~ масштаб фотографии.

Измерим радиус солнца на фото и сопоставим с реальными размерами.

Проведем 2 хорды на фото и отметим серединные перпендикуляры этих хорд, точка пересечения этих хорд перпендикуляров будет являться центром солнца. (подложима еще один листочек, чтобы измерить радиус, так как на одном месте не хватало)

Получили ≈ 39 см. Реальный радиус ≈ 700000 км. Тогда в одном сантиметре $\frac{700000}{40} \approx 17500$ км. !!! Существует погрешность измерений.

$$\begin{array}{r} 700000 \overline{) 140} \\ 40 \overline{) 17500} \\ \underline{300} \\ 280 \\ \underline{200} \\ 200 \\ \underline{0} \end{array}$$

- погрешность линейки (в черновике получилось 39 см, а в чистовике 41 см), поэтому возьмем ≈ 40 см.
- средний радиус Солнца

Итак, 1 см = 17500 км

Далее, поделим корональную петлю на несколько участков, по средней линии петли измерим высоту участка и радиус. Значения берем средние, так как ~~шаровых линий много~~ радиус меняется.

С помощью радиуса найдем площадь поперечного сечения каждого кусочка, далее нужно умножить площадь на высоту и получим объем, сложим все объемы и получим примерный полный объем корональной петли. $S = \pi r^2 \approx 3r^2$. Подождем крайние линии петли, чтобы максимально приблизиться к реальности.

$$V = hS \approx 3r^2 h$$

Данные по кусочкам (см); погрешность ± 1 мм (h, r)

- 1) $r=0,7; h=0,7 \Rightarrow r^2=0,49 \Rightarrow S=1,47 \Rightarrow V=1,029$ (см³)
- 2) $r=1; h=0,8 \Rightarrow r^2=0,64 \Rightarrow S=1,92 \Rightarrow V=1,536$ (см³)
- 3) $r=0,9; h=0,9 \Rightarrow r^2=0,81 \Rightarrow S=2,43 \Rightarrow V=2,187$ (см³)
- 4) $r=0,7; h=1,1 \Rightarrow r^2=0,49 \Rightarrow S=3,63 \Rightarrow V=2,541$ (см³)
- 5) $r=0,8; h=1 \Rightarrow r^2=1 \Rightarrow S=3 \Rightarrow V=2,4$ (см³)
- 6) $r=0,9; h=0,7 \Rightarrow r^2=0,81 \Rightarrow S=1,47 \Rightarrow V=1,323$ (см³)
- 7) $r=0,8; h=0,6 \Rightarrow r^2=0,36 \Rightarrow S=1,08 \Rightarrow V=0,864$ (см³)
- 8) $r=0,6; h=0,5 \Rightarrow r^2=0,25 \Rightarrow S=0,75 \Rightarrow V=0,45$ (см³)
- 9) $r=0,6; h=0,4 \Rightarrow r^2=0,16 \Rightarrow S=0,48 \Rightarrow V=0,288$ (см³)

Общий объем в сантиметрах равен 13,002 см³

$$\begin{array}{r} + 1,029 \\ + 1,536 \\ \hline + 2,187 \\ + 2,541 \\ \hline + 5,136 \\ + 2,541 \\ \hline 7,677 \end{array} \quad \begin{array}{r} + 7,877 \\ + 2,4 \\ \hline + 10,077 \\ + 1,323 \\ \hline + 11,400 \\ + 0,864 \\ \hline 12,264 \end{array} \quad \begin{array}{r} + 12,264 \\ + 0,45 \\ \hline + 12,714 \\ + 0,288 \\ \hline 13,002 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,029 \\ \underline{0,3} \\ 1,47 \\ \underline{0,64} \\ 1,92 \\ \underline{0,81} \\ 2,43 \\ \underline{0,36} \\ 2,79 \\ \underline{0,45} \\ 3,24 \\ \underline{0,6} \\ 3,63 \\ \underline{0,48} \\ 4,11 \\ \underline{0,288} \\ 4,398 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1,029 \\ \underline{0,3} \\ 1,47 \\ \underline{0,64} \\ 1,92 \\ \underline{0,81} \\ 2,43 \\ \underline{0,36} \\ 2,79 \\ \underline{0,45} \\ 3,24 \\ \underline{0,6} \\ 3,63 \\ \underline{0,48} \\ 4,11 \\ \underline{0,288} \\ 4,398 \end{array}$$

3

Продолжение решения:

Итак, у нас получилось $13,002 \text{ см}^3$ — объем пещи на фото.
Взложим масштаб $1 \text{ см} = 14500 \text{ км}$, тогда $1 \text{ см}^3 = 14500^3 \text{ км}^3$

$$\begin{array}{r} 14500 \\ \times 14500 \\ \hline 875 \\ 1225 \\ 145 \\ \hline 306250000 \end{array}$$

$$1 \text{ см}^3 : 5,359375 \cdot 10^{12}$$

Тогда объем

$$13,002 \cdot 5,359375 \cdot 10^{12} \approx 13 \cdot 5,36 \cdot 10^{12} \approx 69,68 \cdot 10^{12} \text{ км}^3$$

$$\begin{array}{r} 306250000 \\ \times 14500 \\ \hline 153125 \\ 214375 \\ 30625 \\ \hline 5359375 \cdot 10^6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \quad 1 \\ 5,36 \\ \times 13 \\ \hline 1608 \\ 536 \\ \hline 69,68 \end{array}$$

Мы получили объем корональной пещи

$\approx 69,7 \cdot 10^{12} \text{ км}^3$. Однако стоит отметить, что

наше решение лишь оценивает объем. Поэтому

радиус — кусочков я брала большой, а не средний, так как у нас погрешность измерений в радиусе $\pm 1 \text{ мм}$, тогда а средний отнимала бы от максимального на $0,05 \text{ см}$, т.е. $0,5 \text{ мм}$, во многих измерениях я брала среднее значение, а еще то округляла числа. Так что вполне возможно,

~~ответ: $70 \cdot 10^{12} \text{ км}^3$~~

что ответ отнимается от реального.

~~$70 \cdot 10^{12} \text{ км}^3$~~

Но это всего лишь оценка!

Таким образом объем корональной пещи $\approx 70 \cdot 10^{12} \text{ км}^3$
Это и будет являться ответом.