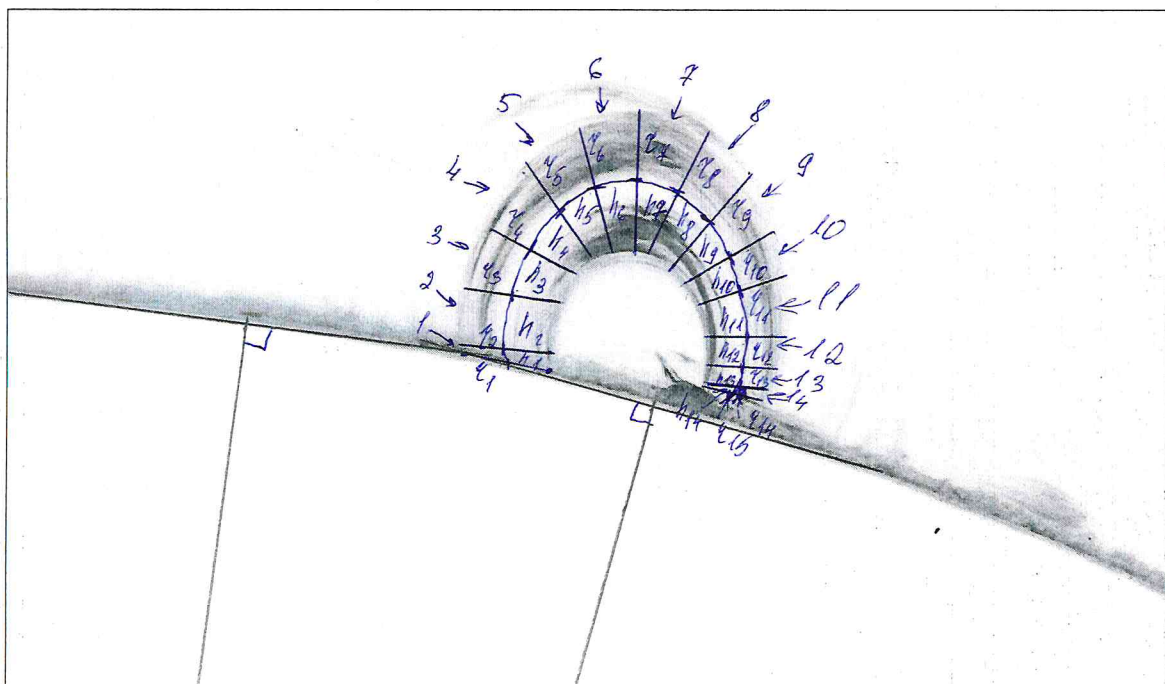


XXVIII Санкт-Петербургская  
астрономическая олимпиада  
практический тур

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.



14,8 см

Решения задач и результаты олимпиады будут размещены на сайте

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

СМР 1

проверим 2 хорды и их  
серединные перпендикуляры,  
найдем их точку пересечения  
(предположим внешней точкой,  
чтобы хватило места). Показав  
образом мы найдем радиус  
Семиза на фотоснимке, и  
так как мы знаем реаль-  
ную радиус Семиза, то мы  
найдем масштаб.

$$r_{\varphi} = 24 + 14,8 = 38,8 \text{ см} \pm 0,1 \text{ см}$$

$$\left. \begin{array}{l} 38,8^{\text{см}} \\ 1 \text{ см} - x \text{ км} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 700000 \text{ км} \\ \text{— радиус Семиза} \end{array}$$

$$38,8 = \frac{700000}{x}$$

$$x = \frac{700000}{38,8} \approx 18000 \text{ км}$$

$$\begin{array}{r} 700000 \quad | \quad 388 \\ \underline{388} \phantom{000} \\ 3120 \phantom{00} \\ \underline{3104} \phantom{00} \\ 1600 \phantom{00} \\ \underline{1552} \phantom{00} \\ 480 \phantom{00} \\ \underline{388} \phantom{00} \\ 92 \phantom{00} \\ \dots \end{array}$$

знаем на 1 см на фото приходится 18000 км.  
найдем среднюю диаметр трубы в некоем  
кое месте (примерно 5), при этом необходимо,  
чтобы линия была перпендикулярна  
стенкам.

И теперь найдем объем каждого такого кусочка  
расширивая их, как цилиндры, <sup>автоматическим</sup> и в продольном  
целом, а потом просуммируем.

$$V_1 = h_1 \cdot 18000 \cdot T.$$

$$\begin{array}{r} 18000 \\ \times 18000 \\ \hline 144 \\ \hline 324000000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 324000000 \\ \times 18000 \\ \hline 2592 \\ \hline 324 \\ \hline 5832000000000 \end{array}$$

СТЕ-2

$$\begin{array}{r} 5832 \\ \times 3 \\ \hline 17496 \end{array}$$

$$V_2 = h_2 \cdot T^2$$

$T \approx 3$

мы умножаем на 18000, что бы найти в км.

$$V_1 = h_1 \cdot 18000 \cdot T \cdot \left(\frac{v_1 + v_2}{2}\right)^2 \cdot 18000^2 = h_2 \cdot T \cdot \left(\frac{v_1 + v_2}{2}\right)^2 \cdot 18000^3 =$$

$$= h_1 \cdot T \cdot \left(\frac{v_1 + v_2}{2}\right)^2 \cdot 5832 \cdot 10^9 = h_1 \left(\frac{v_1 + v_2}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,2 \cdot \left(\frac{0,6 + 0,6}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,2 \cdot 0,36 \cdot 17496 \cdot 10^9 \approx 1,26 \cdot 10^{12} \text{ км}^3$$

$$1,26 \cdot 10^{12} \text{ км}^3$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 17496 \\ \hline 0,2 \\ \hline 3499,2 \\ + 209952 \\ \hline 104976 \\ \hline 1059712 \end{array}$$

$$V_2 = h_2 \left(\frac{v_2 + v_3}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,7 \cdot \left(\frac{0,6 + 0,65}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 =$$

$$= 0,7 \cdot 0,6025^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,7 \cdot 0,36 \cdot 17496 \cdot 10^9 \approx 4,4 \cdot 10^{12} \text{ км}^3$$

$$\begin{array}{r} 0,7 \\ \times 0,36 \\ \hline 0,252 \\ + 87480 \\ \hline 34992 \\ \hline 4408992 \end{array}$$

$$V_3 = h_3 \cdot \left(\frac{v_3 + v_4}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,6 \cdot \left(\frac{0,6 + 0,6}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,6^3 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,216 \cdot 17496 \cdot 10^9 \approx 3,8 \cdot 10^{12} \text{ км}^3$$

$$\begin{array}{r} 0,6 \\ \times 0,36 \\ \hline 0,216 \\ + 17496 \\ \hline 34992 \\ \hline 3779136 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,49 \\ \times 0,7 \\ \hline 0,343 \\ + 69984 \\ \hline 52482 \\ \hline 6001128 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,66 \\ \times 0,5 \\ \hline 0,32 \\ + 34992 \\ \hline 52488 \\ \hline 559872 \end{array}$$

$$V_4 = h_4 \cdot \left(\frac{v_4 + v_5}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,7 \cdot \left(\frac{0,6 + 0,8}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,49 \cdot 0,7 \cdot 17496 \cdot 10^9 \approx 6 \cdot 10^{12} \text{ км}^3$$

$$V_5 = h_5 \left(\frac{v_5 + v_6}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,5 \cdot \left(\frac{0,8 + 0,8}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,5 \cdot 0,64 \cdot 17496 \cdot 10^9 \approx 5,6 \cdot 10^{12} \text{ км}^3$$

СМП 3

$$V_6 = h_6 \cdot \left(\frac{q_6 + q_7}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,6 \cdot \left(\frac{0,8 + 1}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,6 \cdot 0,81 \cdot 17496 \cdot 10^9 \approx 8,5 \cdot 10^{12} \text{ km}^3$$

6)

$$\begin{array}{r} 0,81 \\ \times 0,6 \\ \hline 0,486 \\ + 104976 \\ \hline 8503,056 \end{array}$$

7)

$$\begin{array}{r} 17496 \\ \times 0,6 \\ \hline 10,497,6 \end{array}$$

9)

$$\begin{array}{r} 0,49 \\ \times 0,5 \\ \hline 0,245 \\ + 87480 \\ \hline 34992 \\ + 139968 \\ \hline 4286,520 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17496 \\ \times 0,36 \\ \hline 6298,56 \\ + 17496 \\ \hline 314928 \end{array}$$

$$V_7 = h_7 \cdot \left(\frac{q_7 + q_8}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,6 \cdot \left(\frac{1 + 1}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,6 \cdot 17496 \cdot 10^9 \approx 10,5 \cdot 10^{12} \text{ km}^3$$

$$V_8 = h_8 \cdot \left(\frac{q_8 + q_9}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,6 \cdot \left(\frac{1 + 0,8}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,6 \cdot 0,81 \cdot 17496 \cdot 10^9 = V_6 \approx 8,5 \cdot 10^{12} \text{ km}^3$$

$$V_9 = h_9 \cdot \left(\frac{q_9 + q_{10}}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,5 \cdot \left(\frac{0,8 + 0,6}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,5 \cdot 0,49 \cdot 17496 \cdot 10^9 \approx 4,3 \cdot 10^{12} \text{ km}^3$$

$$V_{10} = h_{10} \cdot \left(\frac{q_{10} + q_{11}}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,5 \cdot \left(\frac{0,6 + 0,6}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,5 \cdot 0,36 \cdot 17496 \cdot 10^9 \approx 3,1 \cdot 10^{12} \text{ km}^2$$

$$V_{11} = h_{11} \cdot \left(\frac{q_{11} + q_{12}}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,6 \cdot \left(\frac{0,6 + 0,5}{2}\right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 \approx 0,6 \cdot 0,3 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,18 \cdot 17496 \cdot 10^9 = V_{10} \approx 3,1 \cdot 10^{12} \text{ km}^2$$

11)

$$\begin{array}{r} 0,55 \\ \times 0,55 \\ \hline 275 \\ + 275 \\ \hline 0,3025 \end{array}$$

12)

$$\begin{array}{r} 0,3 \\ \times 0,6 \\ \hline 180 \\ + 225 \\ \hline 0,2025 \end{array}$$

10)

$$\begin{array}{r} 0,4 \\ \times 0,4 \\ \hline 160 \\ + 1399,68 \\ \hline 1399,68 \end{array}$$

13)

$$\begin{array}{r} 0,46 \\ \times 0,3 \\ \hline 138 \\ + 1399,68 \\ \hline 859,808 \end{array}$$

14)

$$\begin{array}{r} 17496 \\ \times 9016 \\ \hline 104976 \\ + 17496 \\ \hline 279,936 \end{array}$$

$$V_{12} = k_{12} \cdot \left( \frac{q_{12} + q_{13}}{2} \right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 = 0,4 \cdot \left( \frac{0,5 + 0,4}{2} \right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9$$

$$\approx 0,4 \cdot 0,2 \cdot 17496 \cdot 10^9 \approx 1,4 \cdot 10^{12} \text{ Kell}^3$$

$$V_{13} = k_{13} \left( \frac{q_{13} + q_{14}}{2} \right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 \approx 0,3 \cdot \left( \frac{0,4 + 0,4}{2} \right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9$$

$$\approx 0,84 \cdot 10^{12} \text{ Kell}^3$$

$$V_{14} = k_{14} \left( \frac{q_{14} + q_{15}}{2} \right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9 \approx 0,1 \cdot \left( \frac{0,4 + 0,4}{2} \right)^2 \cdot 17496 \cdot 10^9$$

$$\approx 0,3 \cdot 10^{12} \text{ Kell}^3$$

$$V_{\text{св}} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + V_8 + V_9 + V_{10} + V_{11} + V_{12} + V_{13} + V_{14} =$$

$$= 10^{12} (1,26 + 4,4 + 3,8 + 6 + 5,6 + 8,5 + 10,5 + 8,5 + 4,3 + 3,1 + 3,1 + 1,4 + 10,3) =$$

$$= 61,6 \cdot 10^{12} \text{ Kell}^3$$

<del>10,4</del>	1,26	5,66	9,46	15,46	21,06	29,56	40,06	48,56
10,4	1,26	3,8	6	5,6	8,5	10,5	8,5	4,3
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
10,4	5,66	9,46	15,46	21,06	29,56	40,06	48,56	52,86

52,86	55,96	59,06	60,46	61,3
+ 3,1	+ 3,1	+ 1,4	+ 0,84	+ 0,3
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
55,96	59,06	60,46	61,3	61,6

Ответ:  $61,6 \cdot 10^{12} \text{ Kell}^3$