СПБ-100

1) Определим эталонный размер на фотографии
для этого проведём 2 ~~касательные~~ хорды и 2 ~~радиуса~~ срединн. перпенд. соответств.
Совместим радиусы и найдём угол между ними (см. рис.)

$tg\varphi \approx \frac{4}{37} \approx 0{,}11$

Измерим расстояния от пересечения радиусов и границы солнца: 45 мм

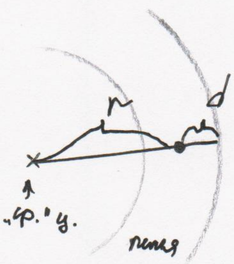
$R_{c\,мм} = \frac{45\,мм}{tg\varphi} \sim R_\odot$

$X_{мм} \sim D \quad \Rightarrow D = \frac{X_{мм}}{45\,мм}\cdot 0{,}11\cdot R_\odot \approx 25\cdot 10^{-4}\cdot X_{мм}\cdot R_\odot$

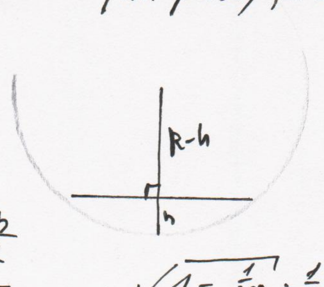
2) Будем считать, что петля представляет собой часть тора (для простоты), тогда его проекция на наш луч зрения — эллипс. Найдём внутренний и внешний центр эллипса, также как и в п.1, однако проведём побольше хорд, дабы скомпенсировать неидеальность модели. Заметим, что центр не очень хорошо совпал (видимо всё-таки это был какой-то неправильный бублик). Найдём „средний" центр, а дальше будем проводить расчеты относительно него

3) Найдём r (радиус кольца) и d (радиус трубки), как среднее арифметическое соответствующих длин на рисунке

$r \approx 15$ мм $\qquad d \approx 7$ мм



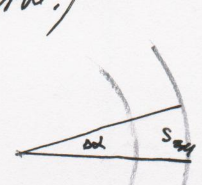
4) Проведём окружность с центром в центре ср и радиусом r, и перпенд. из той же точки к поверхности, замерим h (см. рис.), h ≈ 3 мм
Найдём часть ~~тора~~ эллипса (окр.) над поверхностью, т.к. h мало (по ср. с R), то аппроксимируем недостающую часть треугольниками



$$\eta = \frac{\pi R^2 - 2\cdot\sqrt{R^2-h^2}\cdot h\cdot\frac{1}{2}}{\pi R^2} = 1-\frac{\sqrt{1-\left(\frac{h}{R}\right)^2}\,\frac{h}{R}}{\pi} \approx 1-\frac{\sqrt{1-\frac{1}{25}}\cdot\frac{1}{5}}{3} \approx 0{,}9$$

5 а) Найдём объём петли в мм³ (с вычетом подсолнечной части.)

$S_{вн.} = \pi d^2 \qquad \Delta V = S_{вн}\cdot r\cdot\Delta\alpha$



$V = 2\pi r S_{вн} = 2\pi^2 r d^2$

$V_p = V\eta$

СПБ-100

$V_p \approx 2 \cdot 10 \cdot 15 \cdot 7^2 \cdot 0{,}9 \approx 1{,}35 \cdot 10^4$ мм^3

6) Переведём объём V_p в мм карты в V_g в ~~реальные~~ километры, умножив его на эталонную длину в кубе.

$V_g = V_p \cdot (25 \cdot 10^{-4} \cdot R_0)^3 = 1{,}35 \cdot 10^4 \cdot 25^3 \cdot 10^{-12} \cdot 7^3 \cdot 10^{15} \approx \boxed{6 \cdot 10^{13} \text{ км}^3}$

7) Для сравнения $V_\oplus \approx 4 \cdot 6400^3 \approx 10^{12}$, т.е. объём петли ~~н~~ несколько десятков ~~раз~~ объёмов земли.

Ответ: $V_{петли} \approx 6 \cdot 10^{13}$ км^3

Лист 3 – условие.

СПб-100

XXVIII Санкт-Петербургская астрономическая олимпиада

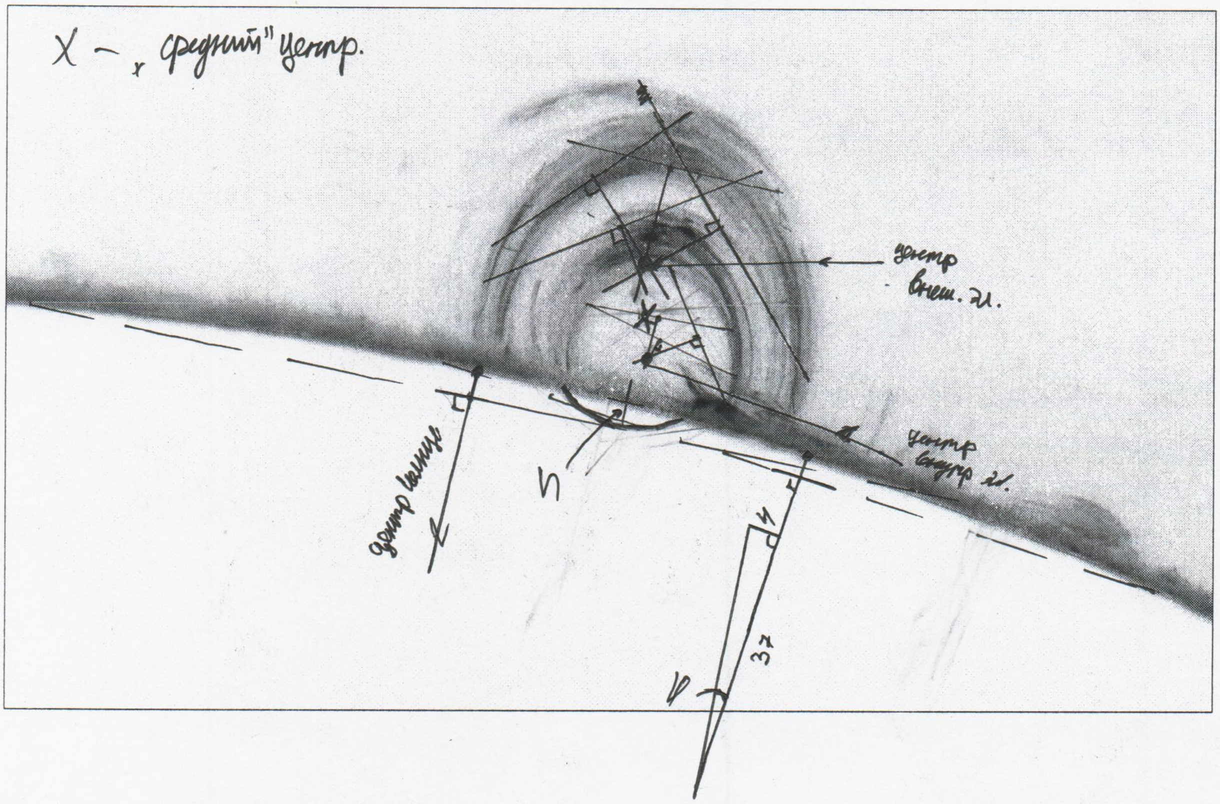
практический тур

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.



Лист 3 из 3