

XXVIII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур

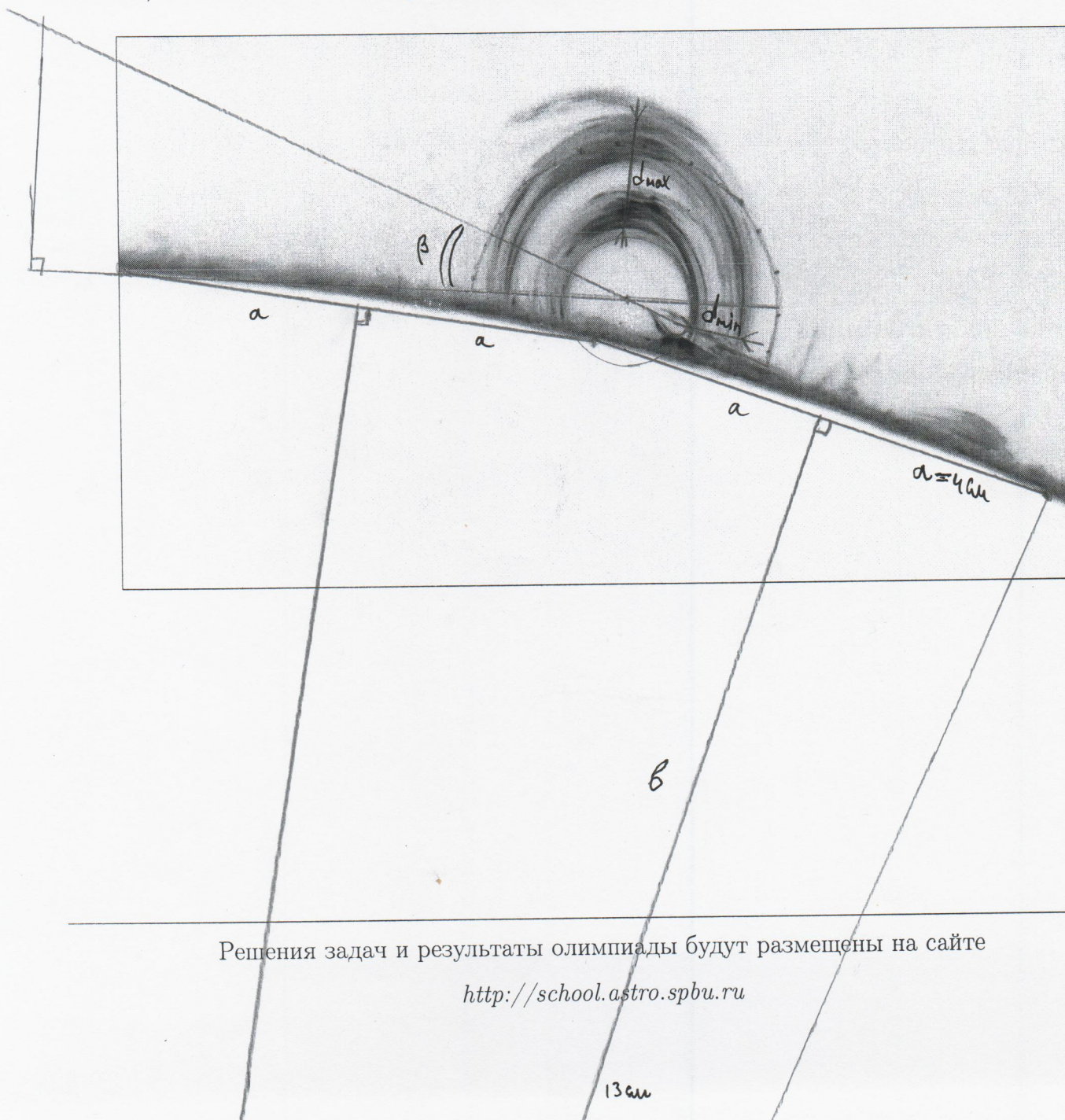
СПб-106

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.



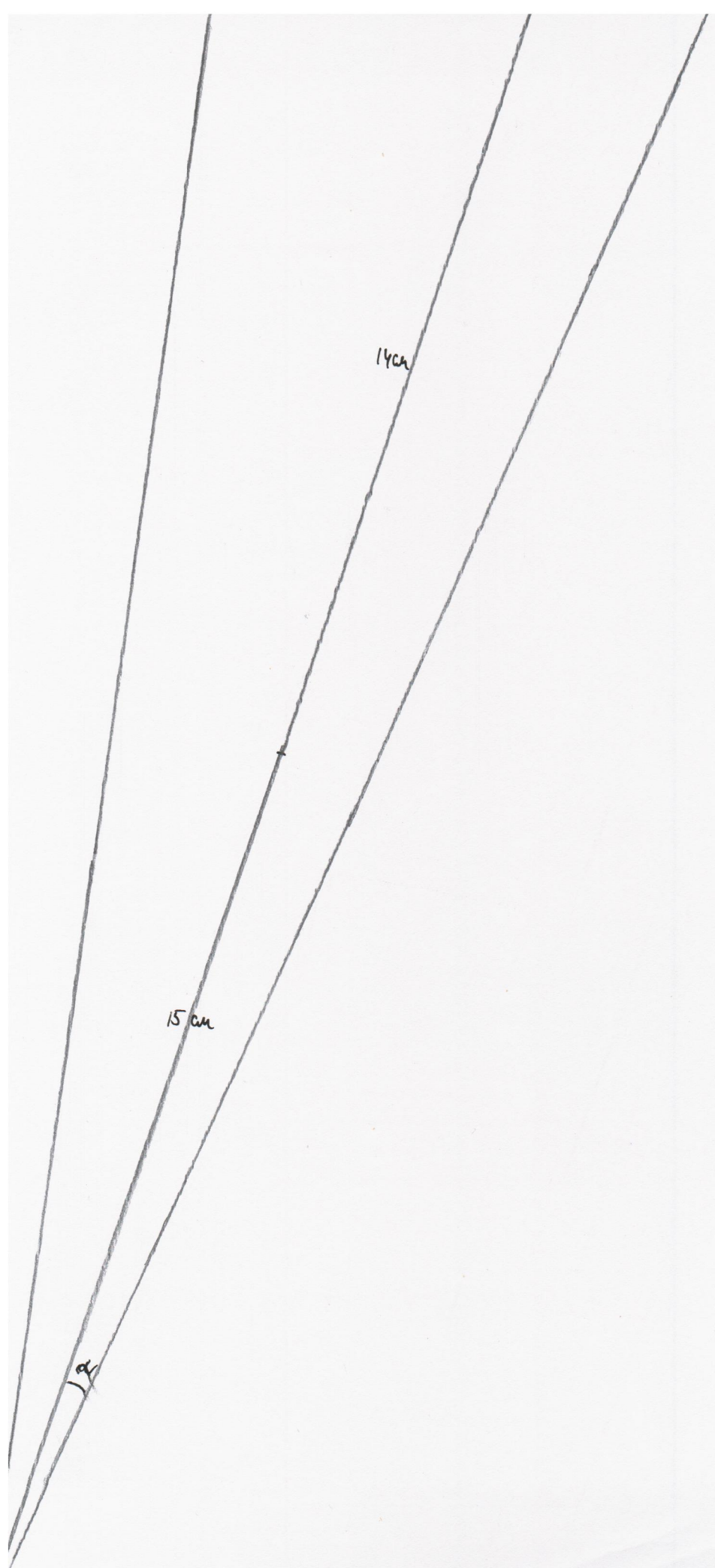
Решения задач и результаты олимпиады будут размещены на сайте

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

13 км

1

C175-106



tg α = 4 / (13 + 14 + 15 + 1) = 4 / 43 ; b ≈ 43 см

tg α ≈ α

α ≈ 4 / 43

всё зная на картинке ≈ 4α ≈ 0,4

μ - масштаб

μ = R_⊙ / b = (700 · 10^6 м) / 43 см = (70 · 10^8) / 43 = 1,6 · 10^8

d - диаметр трубки

d_min ≈ 0,8 см

d_max ≈ 2 см

d_cp ≈ (2 + 0,8) / 2 = 1,4 см

фактический диаметр D = μ d_cp ≈ 2,24 · 10^8 см = 2,24 · 10^6 м

~~Диаметр маленькой окружности~~

Длину трубки можно оценить так:

Приблизить внутреннюю и внешнюю часть к окружностям, посчитать зум и ~~приблизить~~ посчитать их среднее арифметическое.

D_max = 2 см

D_ср = 5,2 см

sin β = 4,1 / 10,8 = 1/2 - 1,3 / 10,8 ≈ 1/2 - 1/8 ; β = 30° - Δβ

sin(30° - Δβ) ≈ 1/2 - (sqrt(3)/2) Δβ ; Δβ = 1 / 4,53 ≈ 1 / 4,171 = 1 / 6,8 рад ≈ 10° - 1 ± 9°
β ≈ 21° ≈ 20°

10/10/10

10/10/10

$$r = \frac{1}{1 + \frac{1}{10}} = \frac{1}{1.1} = 0.909$$

for given no. of years $n = 10$

$r = 0.909$

$$P = \frac{500 \cdot 10^{-6}}{0.01} = 50000$$

10-year term

10% rate

10% rate

$$P = \frac{50000}{1.1^{10}} = 20000$$

$$P = \frac{50000}{1.1^{10}} = 20000$$

Present value of 10% rate

10% rate

10% rate

10% rate

10% rate

$$P = \frac{50000}{1.1^{10}} = 20000$$

$$P = \frac{50000}{1.1^{10}} = 20000$$

$$l = \frac{\pi (D_{\text{сер}} + D_{\text{max}})}{2} \cdot \frac{180 + \beta}{360} = \frac{7,2}{2} \cdot \frac{20}{12} = \frac{72}{12} = 6 \text{ см}$$

Настоящая длина $L = \mu l = 9,6 \cdot 10^8 \text{ см} \approx 10^9 \text{ см} \approx 10^7 \mu$

Тогда объем $V \approx \frac{\pi d^2}{4} L \approx \frac{\pi \cdot 2,24^2 \cdot 10^{12}}{4} \cdot 10^7 =$
 $= \pi \cdot 1,12^2 \cdot 10^{19} \approx 4 \cdot 10^{19} \text{ м}^3$

$$V = \frac{\pi \mu^2 d_{\text{сер}}^2}{4} \mu l = \frac{\pi \mu^3}{4} \cdot \left(\frac{d_{\text{min}} + d_{\text{max}}}{2} \right)^2 \cdot \frac{\pi (D_{\text{сер}} + D_{\text{max}})}{2} \cdot \frac{180 + \beta}{360} =$$

$$= \frac{\pi^2}{32} \mu^3 (d_{\text{min}} + d_{\text{max}})^2 (D_{\text{сер}} + D_{\text{max}}) \frac{180 + \beta}{360}$$

$\Delta b \approx 0,5 \text{ см}$

$\Delta \mu = \frac{R_0}{f^2} \Delta b = \mu \frac{\Delta b}{b} \approx 0,01 \mu$; $\frac{\Delta \mu}{\mu} \ll 1$

$\Delta d = 0,05 \text{ см}$

$\Delta (d_{\text{min}} + d_{\text{max}}) = 0,2 \text{ см} = 4 \Delta d$

$\Delta \frac{180 + \beta}{360} \ll 1$ ибо β постоянно мало

$\Delta (D_{\text{сер}} + D_{\text{max}}) = 0,2 \text{ см} = 4 \Delta d$

Основная погрешность возникает из-за $d_{\text{сер}}$ и $D_{\text{сер}} + D_{\text{max}}$

$$\Delta V \approx \frac{\pi^2}{32} \mu^3 \frac{180 + \beta}{360} \left[2 (d_{\text{min}} + d_{\text{max}}) \cdot 4 \Delta d \cdot (D_{\text{сер}} + D_{\text{max}}) + (d_{\text{min}} + d_{\text{max}})^2 \cdot 4 \Delta d \right] =$$

$$= \frac{\pi^2}{32} \mu^3 \frac{180 + \beta}{360} \cdot 4 \Delta d (d_{\text{min}} + d_{\text{max}}) \left[2 (D_{\text{сер}} + D_{\text{max}}) + d_{\text{min}} + d_{\text{max}} \right]$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{4 \Delta d [2 \cdot 7,2 + 2,8]}{2,8 \cdot 7,2} = \frac{4 \cdot 0,05 \cdot 17,2}{2,8 \cdot 7,2} \approx \frac{17}{512} \approx \frac{1}{8} \approx 20\%$$

$V \approx (4 \cdot 10^{19} \pm 10^{19}) \text{ м}^3$

