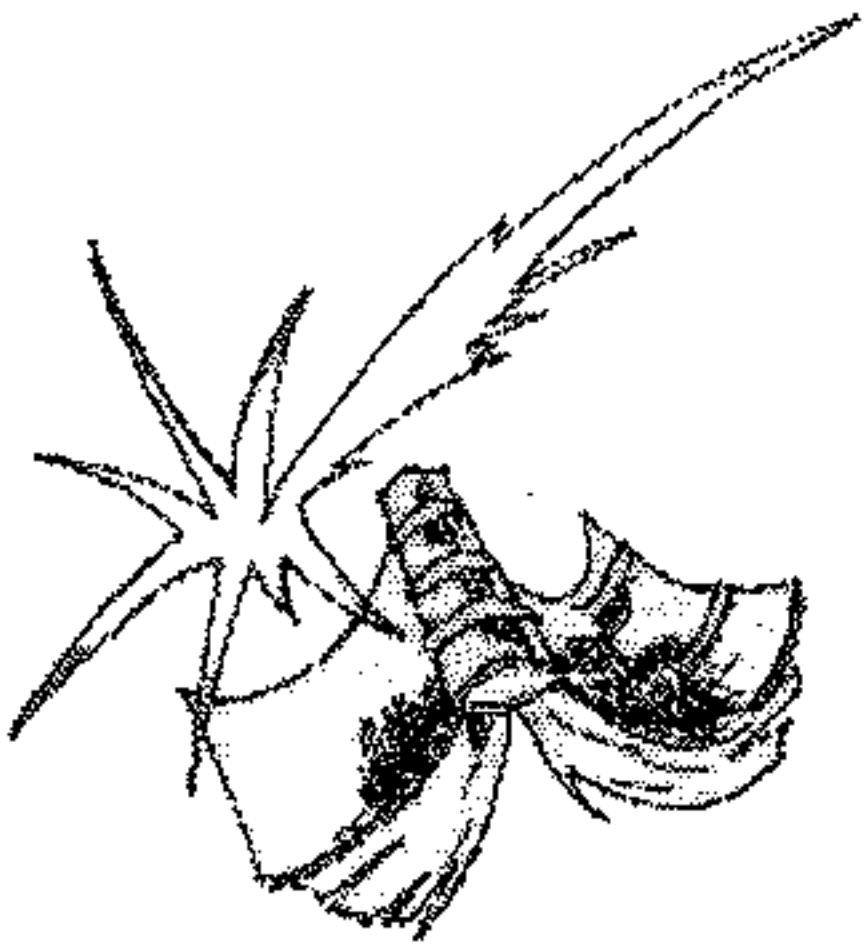


17P.  
0

ХИМ-28

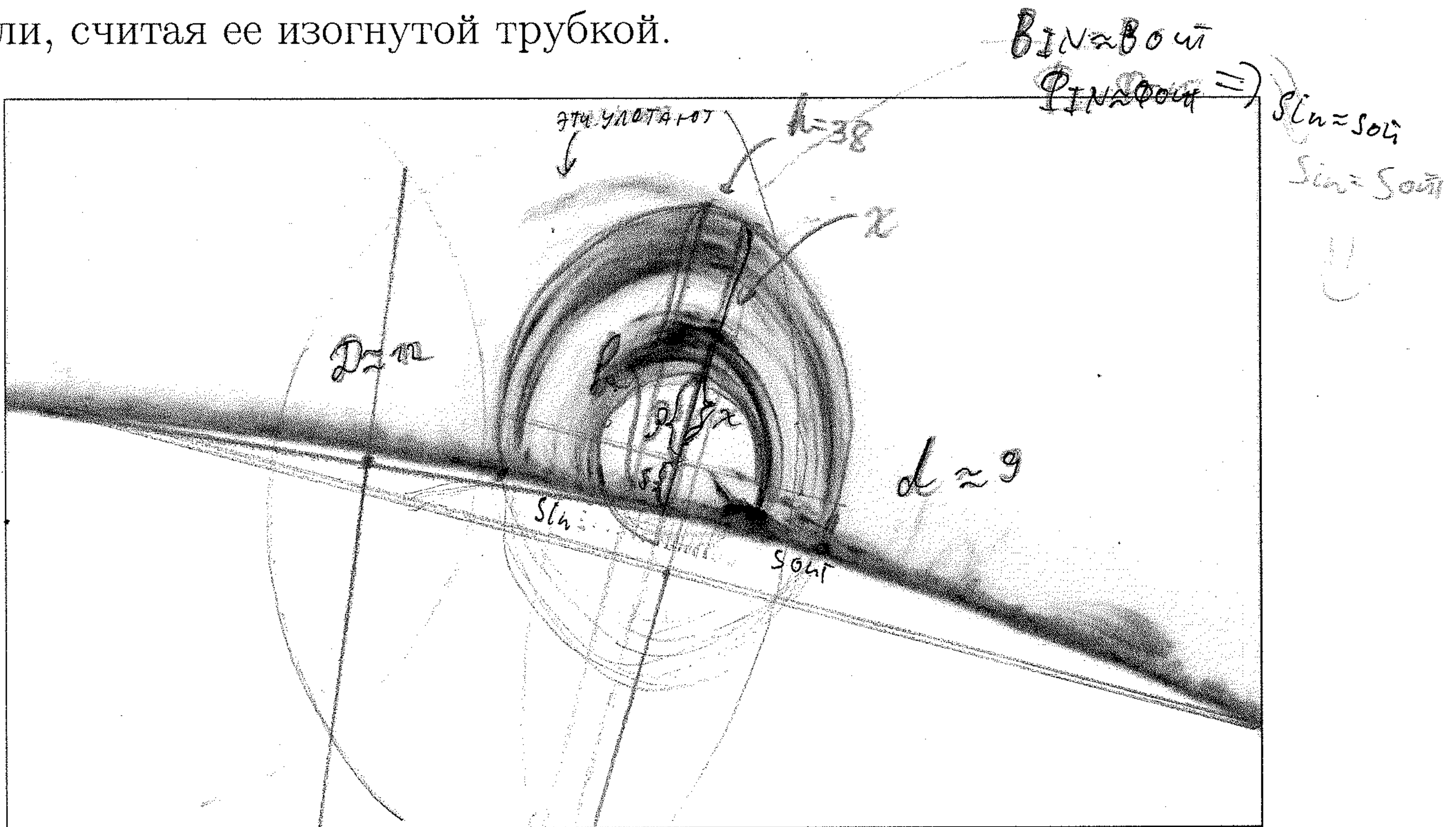


**XXVIII Санкт-Петербургская  
астрономическая олимпиада  
практический тур**

**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.



700000 - 262  
5  
2700 км / мм

КТО ↓

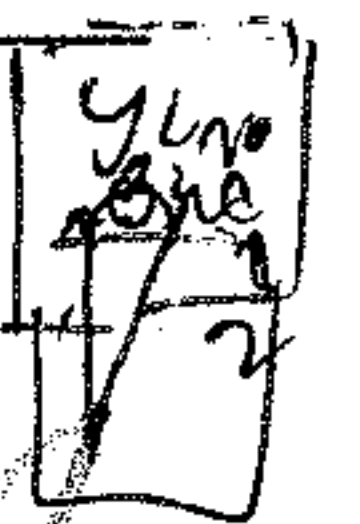
Т.О-центр  
Солнца

Лично  
РАСПОДАТО  
ТАК ↓

Решения задач и результаты олимпиады будут размещены на сайте

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

$R_0 = 260 \text{ мм} \pm 3,5 \text{ мм}$



①

ХИМ-28

~~ГРАФИКА~~  
ГРАФИКА ПУСТО

2

0 4,0 МР 0

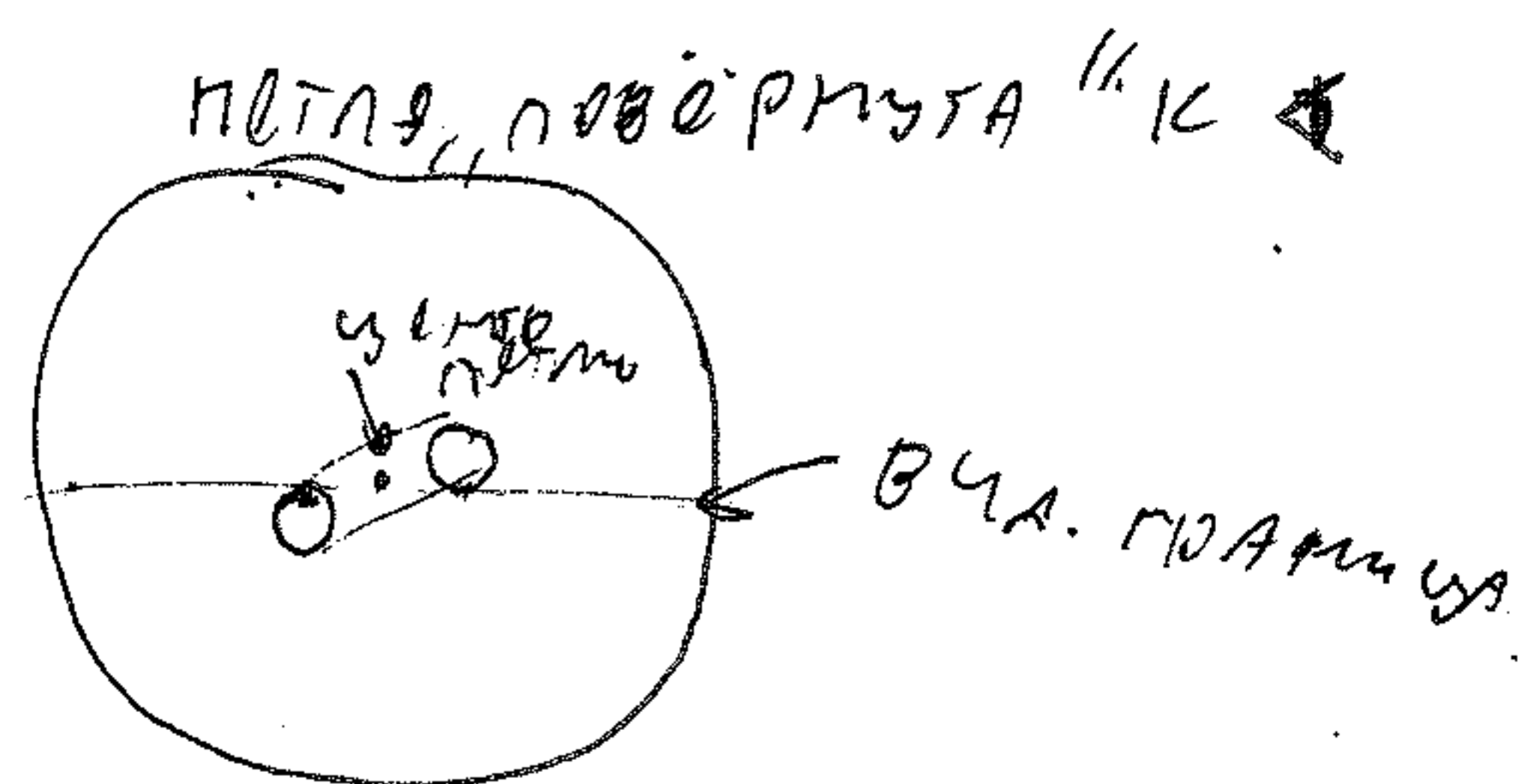
1) Построим св. пер.-ы к паре хорд солнечного диска, используя для точности циркуль. Точка их пересечения - центр Солнца, несколько вблизи за лиса Заванна, но тем не менее расстояние до неё удаётся измерить, и оно составляет  $262 \pm 3,5$  мм. Погрешность связана в основном с размытостью границы Си Солнца. Теперь мы имеем масштабы:  $700000_{\text{км}} - 262 \text{ мм}$ .

2) Заметим, что граница петли тоже не чёткая, но для оценки мы будем считать, что она проходит так, как показано на чертеже в приложении к решению, т.е. по более-менее чётким линиям.

3) Считать трубкой поперечного сечения дамную петлю можно лишь в первом приближении, то же касается оценки положения петли с осевой линией и её поперечных сечений в картинной плоскости, т.е.:

не так:

а скорее так:



Это обусловлено тем, что несмотря на то, что плоскость магнитного потока в пятнах Солнца и других возможных источниках петли постоянна (по крайнему мере не так разнится для одной и той же петли, как в широтной угловой рамке основной на картинке), а значит, т.к. направление в этом потоке в рамках одной петли тоже почти постоянна, площадь боковой поверхности петли должна быть примерно одинакова.

Т.к. в условии сказано, что петля образовалась на границе диска  $\odot$ , можно сделать вывод о том, что её центр, а также хотя бы по одной точке источников петли лежат на видимой границе Солнца.

3) Кроме того, можно внести поправку на различие направлений Хим-2Р

Вершины петель и направления в верх картинной плоскости наблюдателя (видимая граница - не большой круг Солнца) А следовательно и пересеклись радиусы в середине петли, ввиду её приближенности к наблюдателю, но т.к. очевидная высота петли  $h = 38 \text{ мм} \pm 3,5 \text{ мм}$ , то этим эффектом можно пренебречь.

Итак, учитывать будем, что трубка "петли имеет разное сечение, а ещё она повернута к наблюдателю.

4) Видимые диаметры оснований петли  $D$  и  $d$  составляют

$$D \approx 12 \pm 0,5 \text{ мм}; d \approx 9 \pm 0,5 \text{ мм}, \text{ а значит, считая, что}$$

"настоящий" диаметр основания  $f$  (такой, как если бы он казался, будучи на границе видимой области с своим центром) составляет

$$f \approx \frac{D+d}{2} \approx 10,5 \pm 0,5 \text{ мм}.$$

5) Внутренняя граница петли имеет форму, очень похожую на окружность (в действительности, учитывая поворот петли, это эллипс), значит логичней и направление на верхнюю точку петли,

лежащую на границе солнечного диска, проводить линию через центр внутренней границы петли и центр Солнца.)

6) "настоящая" высота петли:

$$x \approx 37 \pm 3,5 \text{ мм}$$

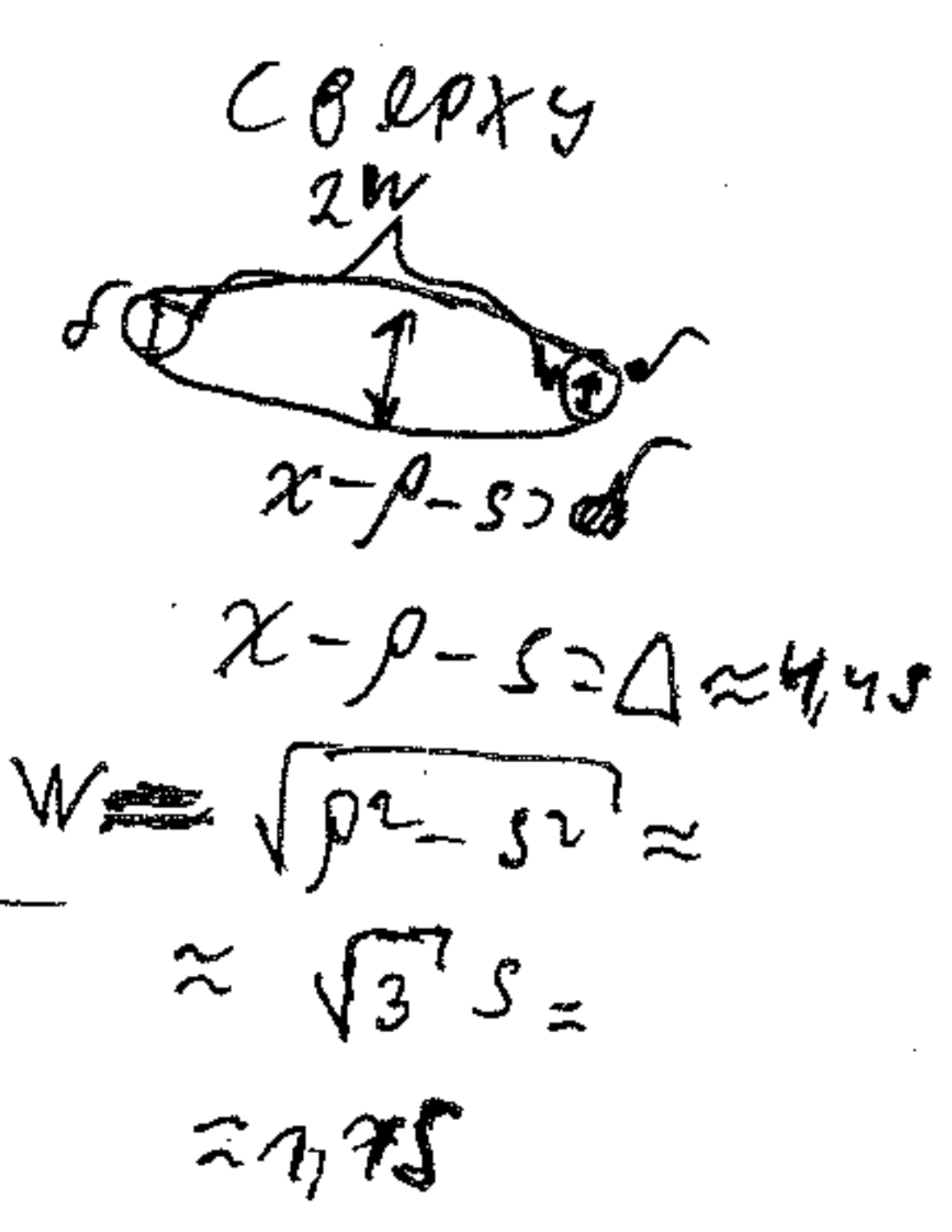
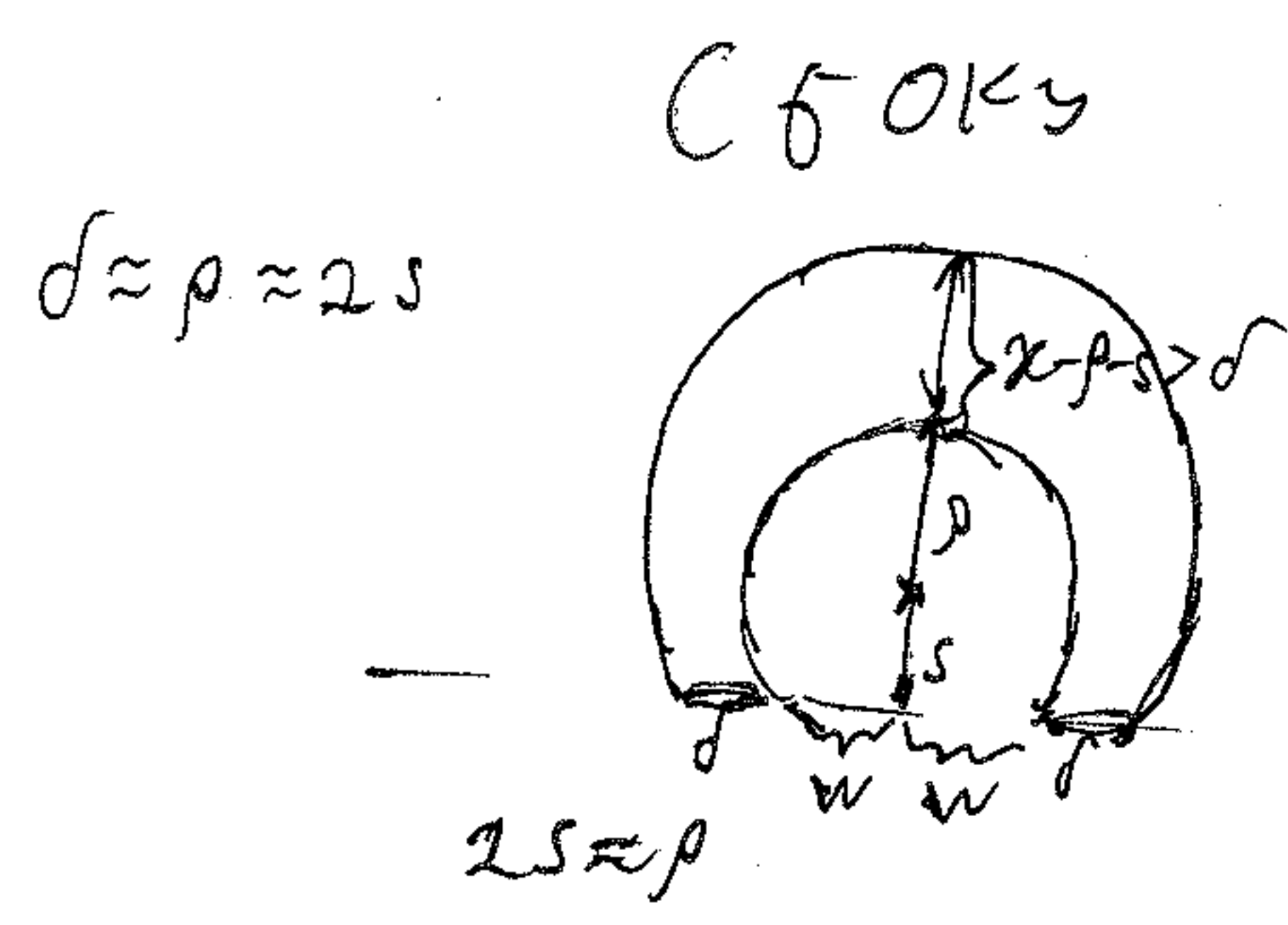
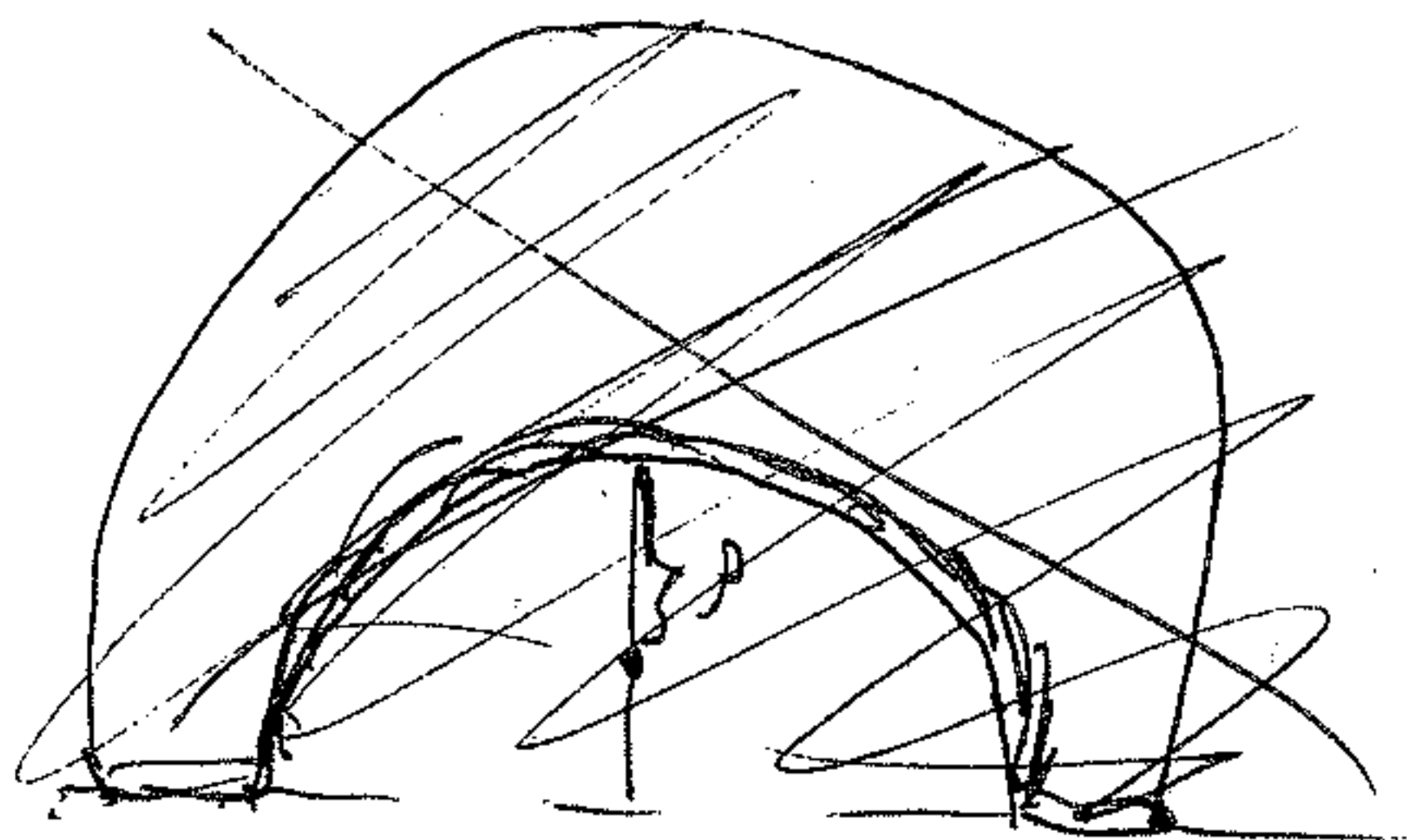
~~и "настоящая" высота внутренней~~

и "настоящий" радиус внутренней границы петли.

$$\rho \approx 10 \pm 0,5 \text{ мм}.$$

Её "высота центра":  
 $s \approx 5 \pm 1 \text{ мм}.$

Итак, геометрия нашей "приблизженной" петли такова:



6) 1. Можем произвести несколько оценок объёма такой фигуры.

Хим-28 4

Сначала предположим, что с хорошей точностью можно

сказать, что ~~объём данной фигуры во столько раз больше объёма трубки сечением  $d$ , во сколько площадь её бокового сечения больше такового для трубки полукруглого сечения  $d$ , в ступени  $\frac{3}{2}$ , т.е.:~~

$$\frac{V_1}{V_0} = \left(\frac{S_1 - \psi}{S_0 - \psi}\right)^{\frac{3}{2}}$$

(по формуле площади сегмента круга)

$$\psi \approx 30 \text{ мм}^2$$

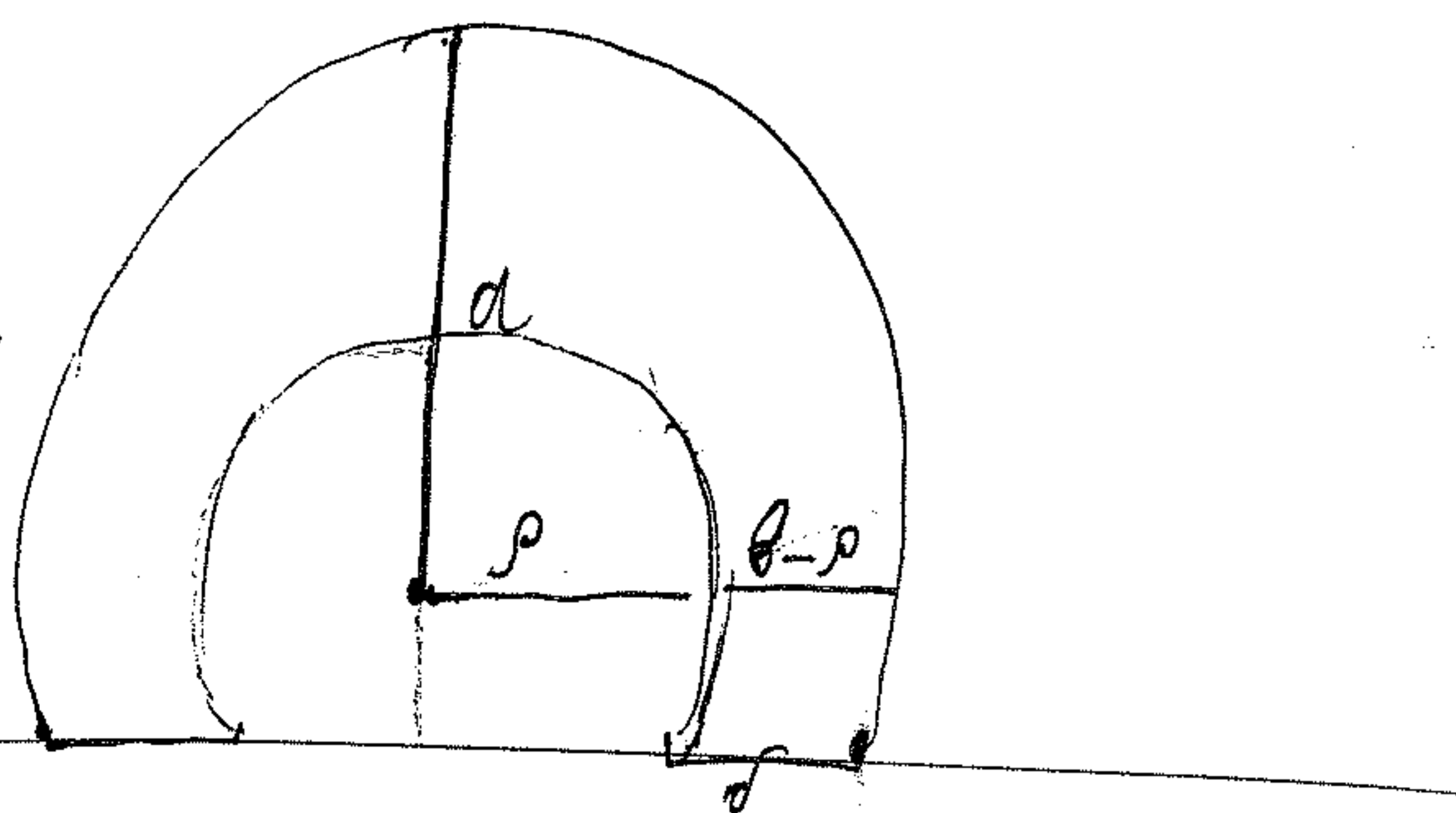
$$V_0 \approx d \cdot l \approx 9500 \text{ мм}^3$$

↑ диаметр сечения  
длина

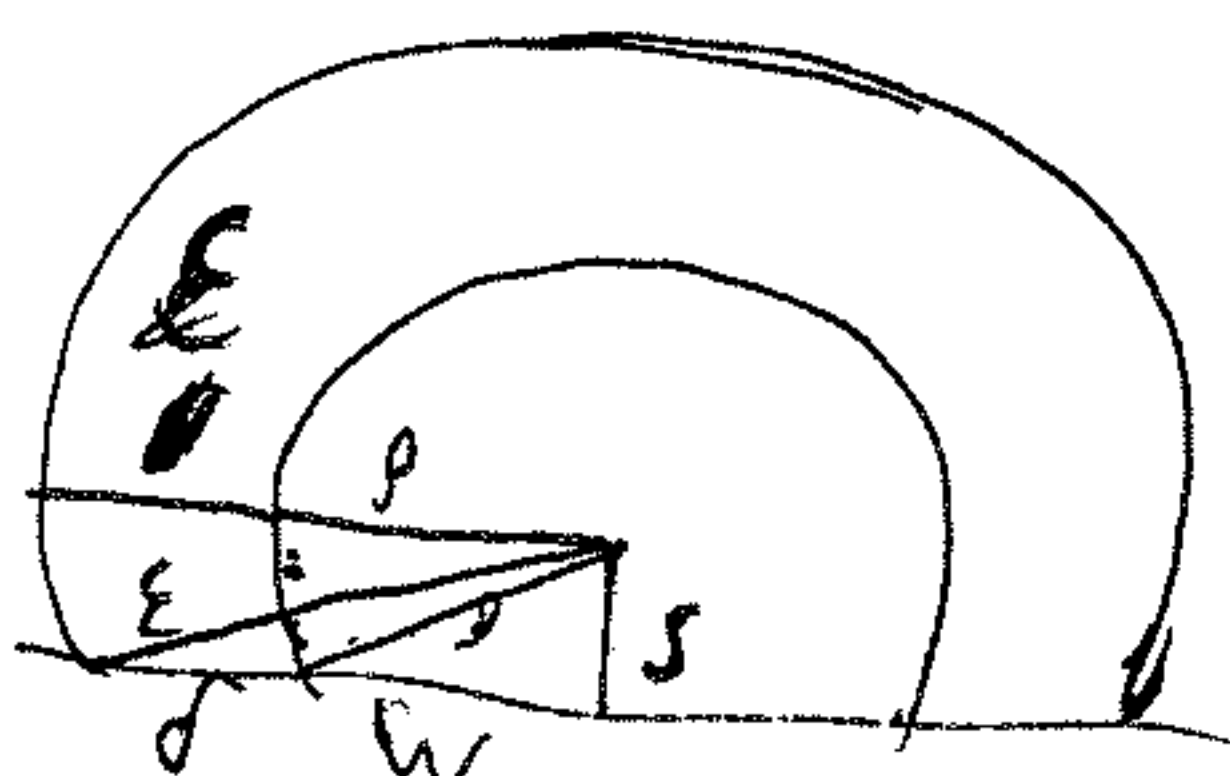


Будем считать ~~внешнюю~~ границу  $V_1$  <sup>с точкой сечения</sup>  $\gamma$  линией с <sup>фокусом</sup> в центре его внутренней границы (точка сечения), т.е.:

$$S_1 = \pi a b \approx 2074 \text{ мм}^2$$



$$r = \frac{p}{1 + e \cos \vartheta}$$



$$\sqrt{(\epsilon + \rho)^2 - (d + w)^2} = s = \sqrt{\rho^2 - w^2}$$

$$\epsilon^2 + 2\epsilon\rho + \rho^2 - d^2 - 2dw - w^2 = \rho^2 - w^2$$

$$\epsilon^2 + 4\epsilon s - 4s^2 - 2\sqrt{3}s^2 = 0$$

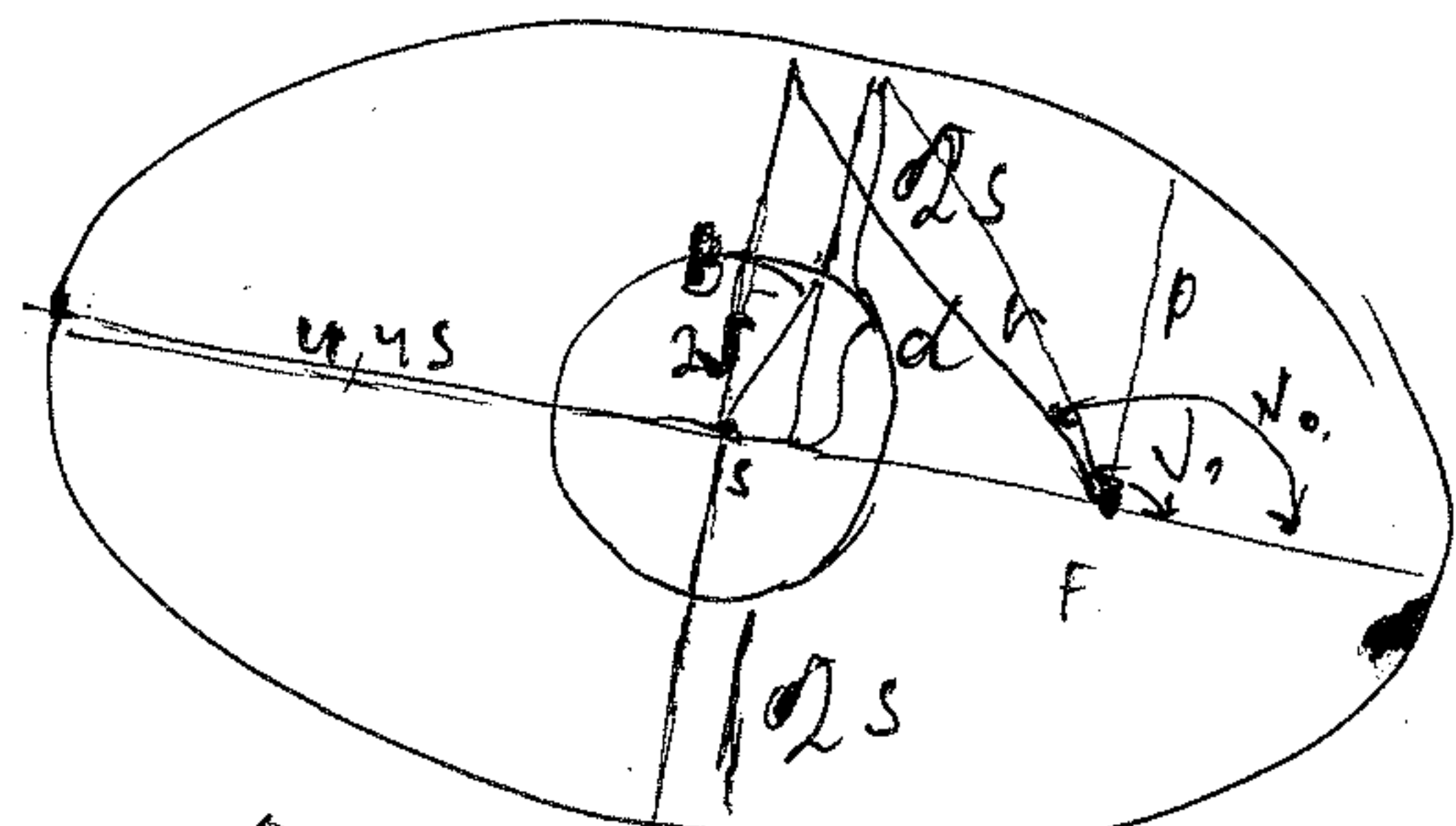
$$\epsilon \approx d \Rightarrow S_0 \approx \pi(d + \rho)^2$$

$$= 16\pi s^2 \approx 12507 \text{ мм}^2$$

$$1 \text{ мм}^2 \approx 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$V_1 \approx V_0 \cdot \left(\frac{S_1 - \psi}{S_0 - \psi}\right)^{\frac{3}{2}} \approx 9500 \cdot \left(\frac{2074}{12227}\right)^{\frac{3}{2}} \approx 27000 \text{ мм}^3$$

$$V_1 \approx 42 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$



выразим  $\rho$  и  $e$  через

$r$ , а также

помним, что

$$e \approx \frac{c}{a}$$

$$a = \text{длина} \left(\frac{d}{c}\right)$$

$$d = w + 2s \approx 3,7s$$

или проведя факторные

оп. измерения

на картинке,

можем оценить,

что  $d \approx 30 \text{ мм}$ ,  $w = 22 \text{ мм} \Rightarrow S_1 \approx 2074 \text{ мм}^2$

