

Всероссийская олимпиада школьников по физике

Заключительный этап

10-E1 - 033

Задача 1 *Крилоффский чёткий ящик*

Название задачи (см. условие)

заполнить печатными буквами!!!

БЛИНОВ

Фамилия

ПЁТР

Имя

АЛЕКСЕЕВИЧ

Отчество

+7(926)274-25-80

Номер вашего мобильного телефона

1. Пишите только с одной стороны листа.
2. Не мните, не сгибайте, не рвите листы.
3. Нумеруйте листы (например, «лист 5 из 8»).

Это лист № 0

Томск, 2019

Шифр 10-Е1-033

Ф И О проверяющего Воротки И.И.

Разбалловка по экспериментальной задаче «Термодинамический Черный Ящик».

№	Критерии	Максимальный балл	оценка	апелляция
1	Постоянство давления воздуха в пакете	1	1	
2	Связь между изменениями ΔV и ΔT : $\Delta V = \Delta T \times v \times R/P$	1	1	
3а	Метод измерения ΔV ; калибровка пробирки и учет сечения трубки	4		
3б	Метод измерения ΔV шприцем без использования пробирки способом поддержания одного уровня в длинной трубке.	3		
3в	Метод измерения ΔV по уровню воды в трубках. Или пункт 3б для короткой трубки	1	1	
	Измерение температуры			
4	Помещение термопары внутрь бутылки	1	1	
5	Диапазон изменения температуры $\geq 25^\circ$	1	0	
6а	Число измерений при разных температурах ≥ 5	2	1	
6б	Число измерений при разных температурах 2-4	1		
7	Герметичность собранной установки (использование шприца в качестве пробки)	1	1	
8	График зависимости от T изменения объема ΔV или связанной с этим изменением величины	1	1	
9а	Результат (ворота) $\pm 30\%$ от точной величины (данной в таблице для установки с номером NN)	2	0	
9б	Результат (ворота) $\pm 50\%$ от точной величины (данной в таблице для установки с номером NN)	1	0	
10	Оценка погрешности	1	1	
	ИТОГО:	15	8/10	

Примечания:

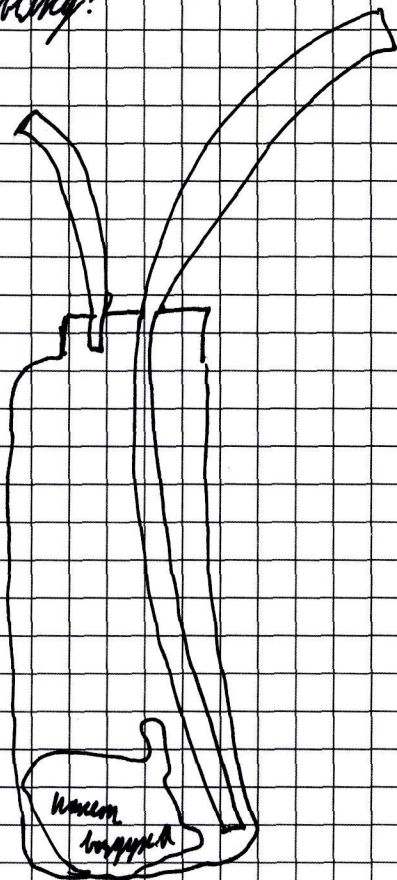
1. При отсутствии баллов за пункт 3 пункты 8, 9 и 10 оцениваются в 0 баллов.
- 2.

сод. 1 $V_{\text{кал}}^{\text{с}}$ $V_{\text{кал}}^{\text{с}}$ $V_{\text{кал}}^{\text{с}}$ №15

Температура окр. воздуха $T_0 = 23 \pm 1^\circ\text{C}$

Записана формула:

$p_0 = 100 \pm 1 \text{ кПа}$



$pV = \nu RT$

$\nu = \frac{pV}{RT}$

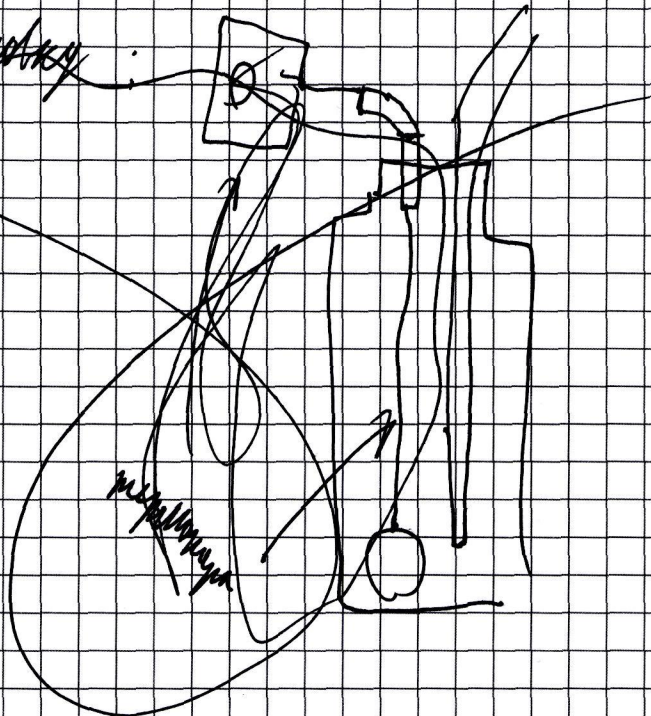
$(\nu R) T = pV$

~~$(\nu R) T = (p_0 + \Delta p) V$~~

$\nu R T = p (V_0 + \Delta V)$

$\nu R \frac{T}{p} = V_0 + \Delta V$

~~Содержимое измерено~~



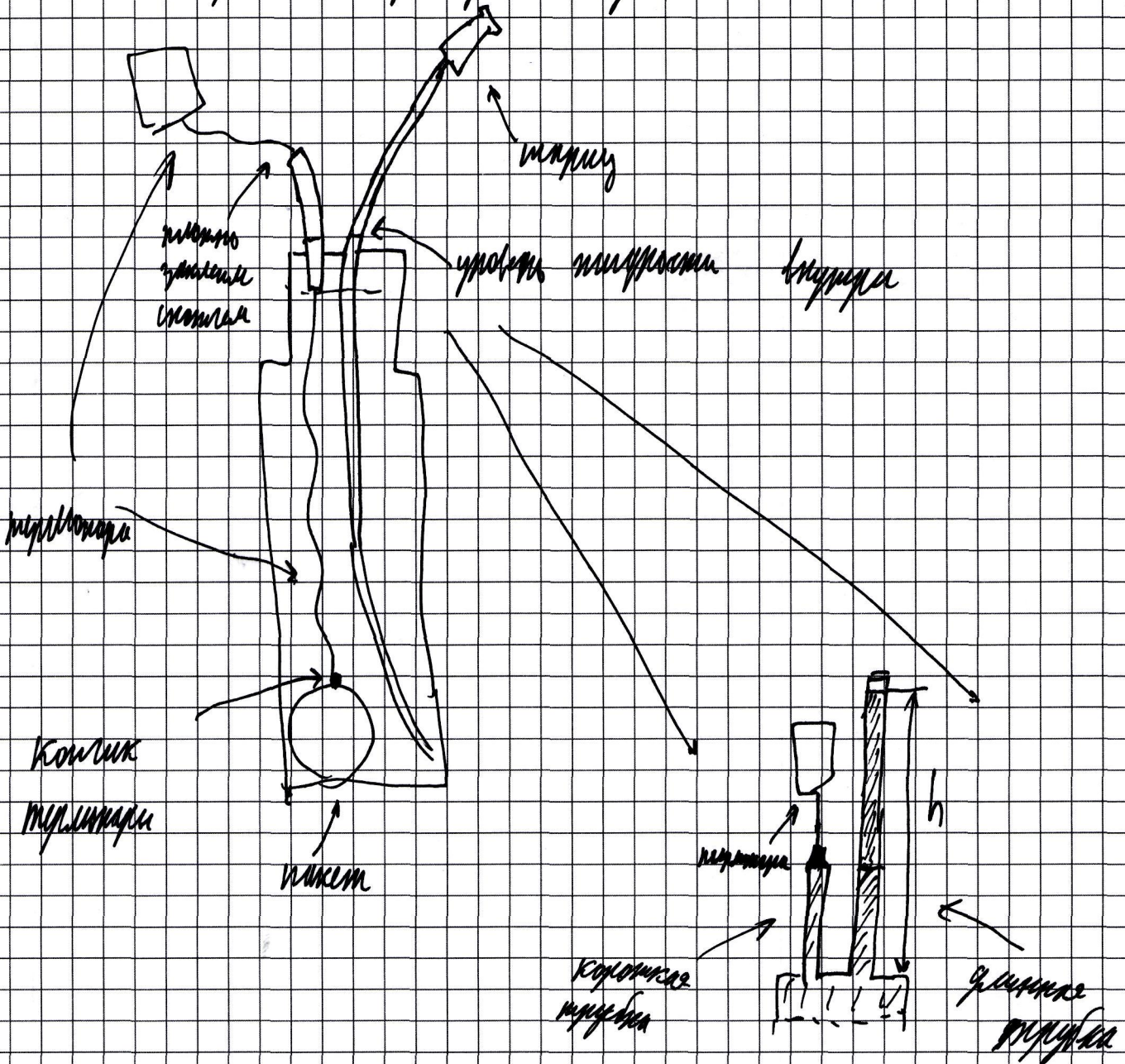
Найдены параметры воздуха
пробки:

$V_{\text{кал}}^{\text{с}}$	1	2	✓
$L_{\text{кал}}^{\text{с}}$	8	15	
$S_{\text{кал}}^{\text{с}}$	0,125	0,133	

$S_{\text{кал}} \approx 0,129 \text{ см}^2 \pm (1\%)$

Стр. 2 из 6

Соберём маску усматривку:

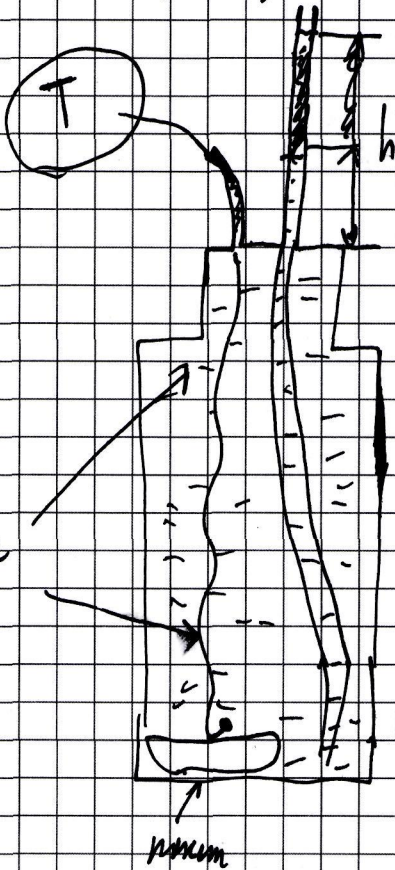


III. к. атмосферное давление $p_0 = 100 \pm 1 \text{ кПа}$ сильно больше атмосферного давления, образовавшегося на дне буровика $\approx 1,35 \cdot 10 \cdot 1000 = 3500 \text{ кПа}$, но будем считать, что воздух в пакете претерпевает изобарический процесс охлаждения $\Rightarrow pV \sim T \left(\frac{p}{T} = \text{const} \right)$

Стр. 3

из 6

Залив бутылку горячей водой:



Охлаждается, может уменьшится слой воды, это будет заметно по падению уровня воды в большой трубке

термометр

полит

$T, ^\circ C$ T_i, K h, cm Δh

55			
54			
53			
52			
51			
50			
49			
48	321	5	0
47	320	4,5	0,5
46	319	3,9	1,1
45	318	3,5	1,5
44	317	3	2
43	316	2,5	2,5
42	315	2	3,0
41	314	1,5	3,5
40	313	1	4,0

для погрешности

$$\Delta T = 1^\circ C = 1K$$

$$\Delta h = 0,05 cm$$

39	312	0,5	4,5
38	311	0	5,0
37	310	0	5,5

График 1
стр. 5

$$T_{атмосферн} = 23^\circ C \approx 296 K \pm 1K$$

ср. 4 | v_0 с

Какая какая уравнение

уравнение

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{5 - 0}{321 - 311} = 0,5 \pm 1,05 (1,050)$$

$$v_0 = \frac{v}{s}$$

$$\frac{\partial R}{\partial p} \frac{\partial p}{\partial h} = \frac{\partial R}{\partial p} \frac{\partial p}{\partial h} = T$$

$$pV = \nu R T$$

$$h = \frac{\partial R}{\partial p} T$$

~~Получили при $T = 296 \text{ K} \rightarrow h = 3,5 \text{ м}$~~

$$\frac{\partial R}{\partial p} = \frac{R}{p} = \frac{8,314}{101325} = 8,2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль} \cdot \text{Па}$$

~~Итак~~ v_0 - начальная скорость (без учета газа Тамплиеров)

$$p(V_0 + \Delta V) = \nu R T$$

$$V_0 + \Delta V = \frac{\nu R}{p} T$$

$$\frac{V_0}{s} + sh = \frac{\nu R}{p} T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\nu R}{p s} = \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow \nu = \frac{p s \operatorname{tg} \alpha}{R} =$$

снб] из 6

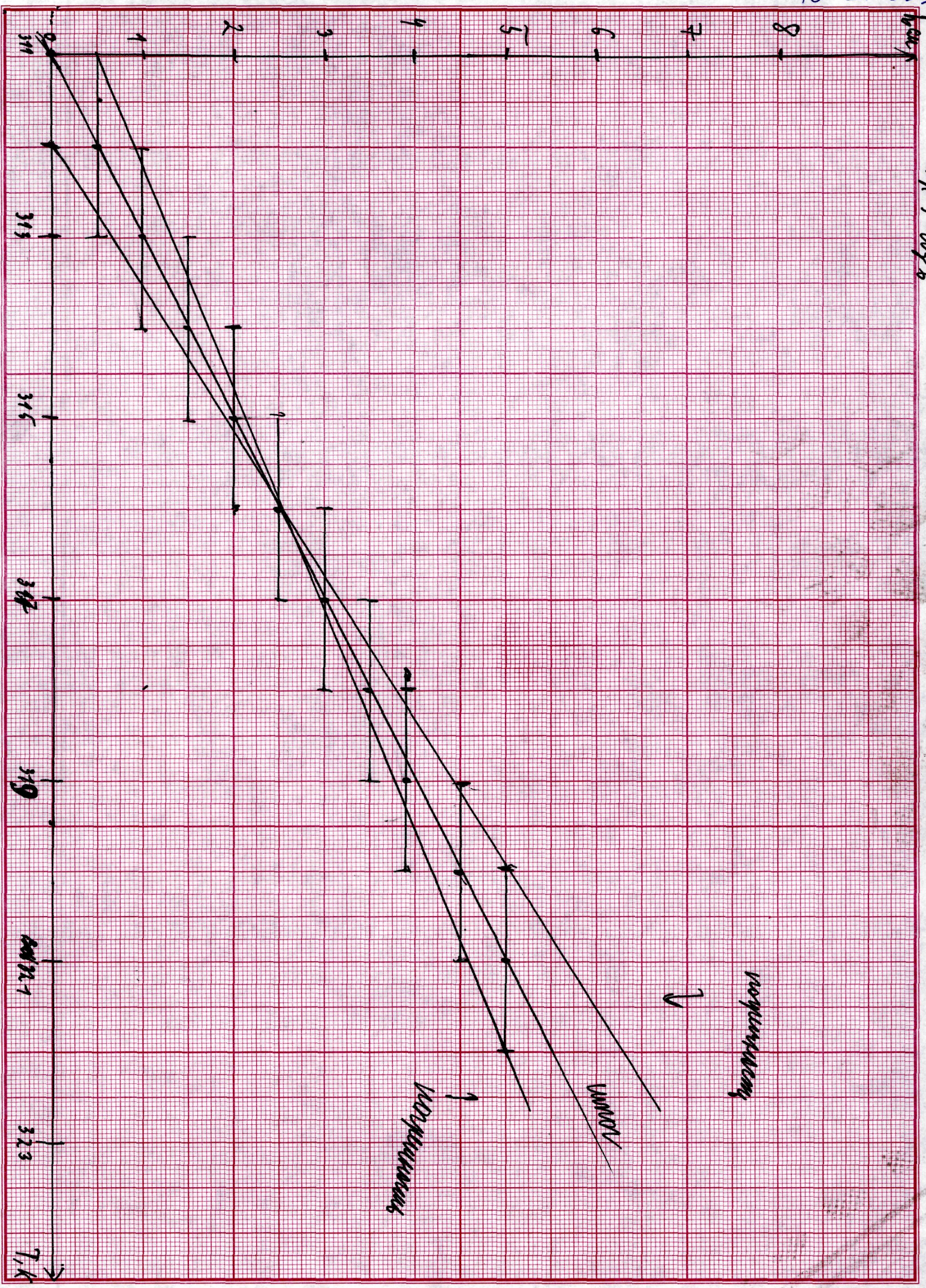
$$\Rightarrow \text{мик. } p = p_0 + 0,17 \cdot 9,8 \cdot 1000 = 101666 \text{ (ка)} \Rightarrow$$

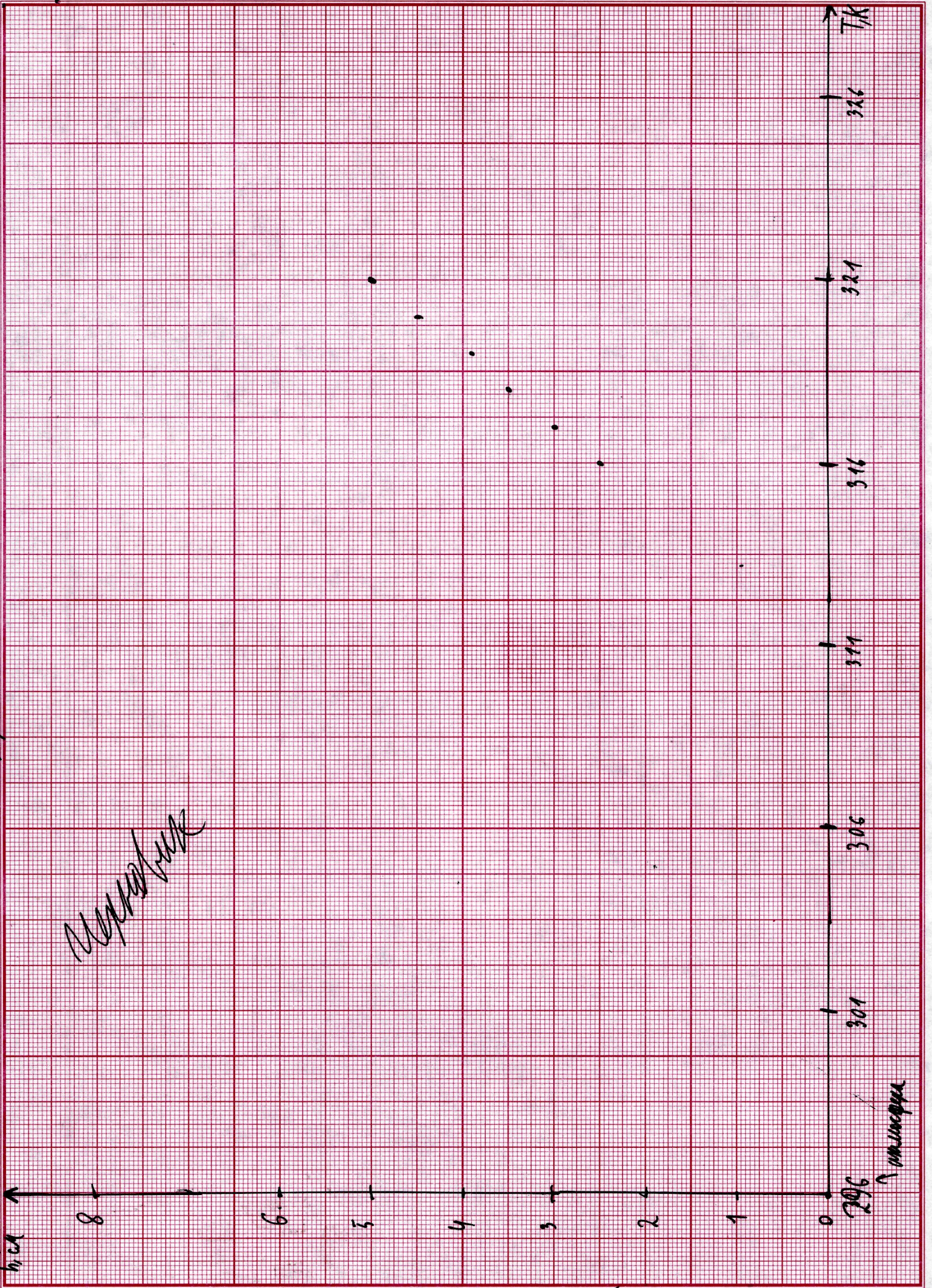
\nearrow \nwarrow \uparrow
 17% норма
 расхода (берем)

$$\Rightarrow \text{ } \int = \frac{101666 \cdot 8,734 \cdot 0,129 \cdot 10^{-4} \cdot 0,15}{8,31} = 0,0789 \text{ (ка)} \pm 1,018 \text{ (ка)}$$

Сн.
 суммар. бак + суммар. S

WMS W3.6





Handwritten signature or note

Handwritten note