

Всероссийская олимпиада школьников по физике

Заключительный этап

9-E1-033

Задача. ЛЕГКОПЛАВКИЙ МЕТАЛЛ

Название задачи (см. условие)

заполнить печатными буквами!!!

КЛИГУНОВ

Фамилия

ИВАН

Имя

ДМИТРИЕВИЧ

Отчество

+7(929) 597-75-69

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

5,5	
-----	--

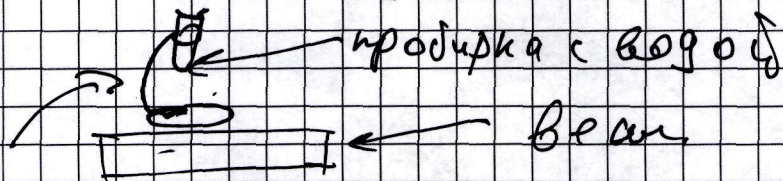
Проверка Апелляция

Критерий	Баллы	Макс. балл				
1. Измерение плотности		2,5				
1.1. Гидростатическое взвешивание	0,5					
1.1.1. Идея гидростатического взвешивания для измерения объема или компенсационного метода: рисунок или описание экспериментальной установки			0,5			
1.1.2. Формула для связи показаний весов и плотности цилиндра	1,0		1,0	2,5		
1.2. Определение плотности						
1.2.1. Измерена масса цилиндра в воздухе и изменение показаний весов при погружении цилиндра в воду (цилиндр не касается стенок и дна) или обоснованно применен компенсационный метод, и вычислена плотность цилиндра $\rho \in [5,3; 6,5] \text{ г/см}^3$ $\rho \in [5,0; 6,8] \text{ г/см}^3$	1,0 (0,5)		1,0			
1.2.2. Измерение объема цилиндра другими способами или не обоснован компенсационный метод, причем $\rho \in [5,0; 6,8] \text{ г/см}^3$	(0,5)					
2. Измерение зависимости $T(t)$ остывания для расплавленного галлия		3,5				
2.1. Присутствует в явном виде указание на то, что микропробирка, в которой происходило плавление галлия в горячей воде, была снаружи осушена (вытерта)	0,5		0			
2.2. Количество измерений в диапазоне от 50 до 25 °C или комнатной температуры (при отсутствии единиц измерения в таблице -0,5):						
2.2.1. $N \geq 10$	3,0		0	0		
2.2.2. $N \geq 5$	(1,5)					
2.2.3. $N < 5$	(0,5)					
2.3. Измерена комнатная температура	0,0		0			
3. График $T(t)$		2,5				
3.1. Выбран разумный масштаб, оси подписаны и оцифрованы (при наличии графика)	0,4		0			
3.2. Нанесены все экспериментальные точки из таблицы измерений	0,3		0			
3.3. Проведена сглаживающая линия	0,3		0	0		
3.4. Проведена касательная к участку графика $T(t)$ в точке $T_0 = 30 \text{ °C}$	0,3		0			
3.5. Определен угловой коэффициент при $T_0 = 30 \text{ °C}$ $\alpha \in [0,05; 0,15] \text{ °C/c}$	1,2		0			
4. Кристаллизация		5,5				
4.1. Отмечена связь постоянства температуры содержимого микропробирки после помещения в нее заправки с процессом кристаллизации и определена $T_{\text{крист}} = 29-30 \text{ °C}$	0,5		0			
4.2. Время кристаллизации						
4.2.1. Отмечена связь начала уменьшения температуры (первое появление показания 28 °C на мультиметре), с окончанием кристаллизации	0,5		0			
4.2.2. Измерено время кристаллизации	1,0					
4.3. Записано уравнение теплового баланса для кристаллизации, в явном виде содержащее время кристаллизации	1,0		1,0	2,5		
4.4. Формула для вычисления λ	1,5		1,5			
4.5. Определена удельная теплота кристаллизации $\lambda \in [70; 90] \text{ кДж/кг}$ $\lambda \in [65; 95] \text{ кДж/кг}$ $\lambda \in [60; 100] \text{ кДж/кг}$	1,0 (0,7) (0,5)		0			
5. Погрешности		1,0				
Приведена обоснованная оценка погрешности:						
5.1. Плотности	0,5		0,5			
5.2. Удельной теплоты плавления металла	0,5		0,5	0,5		

Проверил: Аверин

Номер пакета с оборудованием: 85

Метод: Для измерения плотности металла сначала взвесим его на воздухе на весах, а затем соберём такую установку:



Кровля

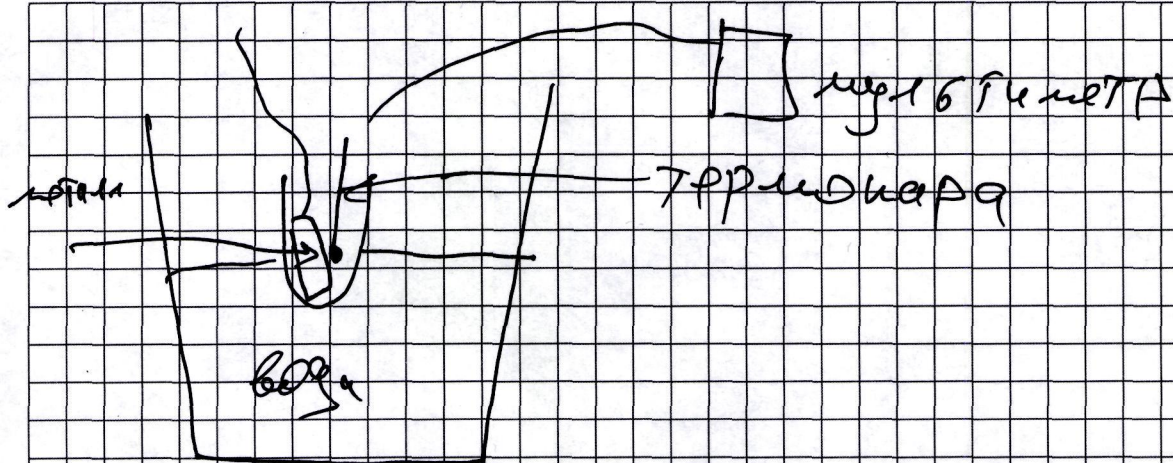
Этот приём "TARE" не позволял ~~весам~~ грузу в воду. Сейчас весы показывают 0. Погрузим полностью груз так, чтобы он не касался продёрки. Если вода слегка выльется, то это не повлияет на результаты, т.е. она выльется на весы. Показание весов увеличится на $\rho_{\text{воды}}$ (т.е. весы показывают силу, равную $\rho_{\text{воды}} V$), где V - объём металла, т.е.

$\rho_{\text{воды}} = 1 \text{ г/см}^3$ то весы покажут

объём металла в см^3 . Тогда $\rho = \frac{m}{V}$,

где m - масса металла, измеренная весами.

Чтобы измерить ρ , положим металл в микропродёрку к термометру. Погрузим продёрку в горячую воду.



на графике $T(t)$ будет точка, которая соответствует фазовому переходу, т.е. там где происходит он, и на графике.

Измерения:

$$m = (2,28 \pm 0,03) / 2 \text{ г} \quad (\epsilon = 1,3\%)$$

$$V = (0,39 \pm 0,03) \text{ см}^3 \quad (\epsilon = 7,7\%)$$

$$\rho = m/V = (5800 \pm 500) \text{ кг/м}^3 \quad (\epsilon = \epsilon_m + \epsilon_V = 9\%)$$

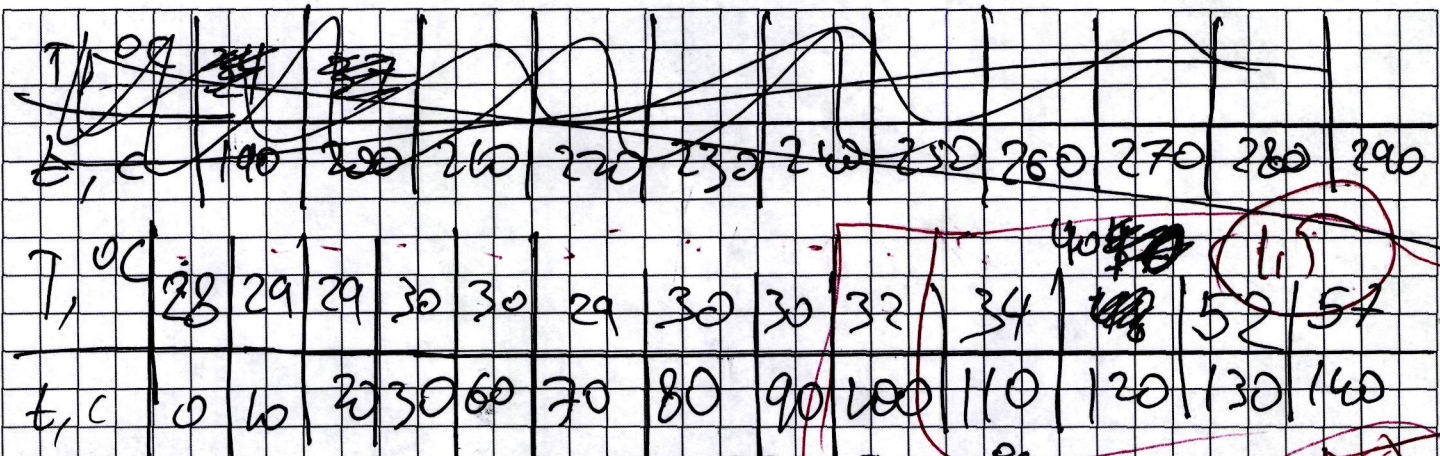
2,5 2,5

$T, ^\circ\text{C}$	28	29	30	30	31	31	32	32	32	32	32	31				
$t, \text{с}$	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45

Т.е. вода оттаяла, то будет
вращение воды в воде вода она сейчас

$T, ^\circ\text{C}$	28	29	29	29	30	29	29	29	30	29	29	29	30	30	
$t, \text{с}$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
$T, ^\circ\text{C}$	30	29	30	30	30	29	29	29	32	34	34	34	34	34	34
$t, \text{с}$	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180				

лет 2 43 34



Заметим, что $t_{\text{нп}} = 29,5$ ~~и~~ $t_{\text{нп}} = 30$

также явление фазового перехода. Пусть мощность получения тепла P , тогда $t_P = 2$ м. Заметим, что если в течение малого Δt после явления нагрелось на ΔT то $\Delta t P = \Delta T C m$

тогда $t_P = 2 / (C m) \Rightarrow \lambda = \frac{\Delta T}{\Delta t} \cdot \frac{C m}{P}$
 Построим график ~~этого явления~~ и проведем касательную к нему в начале от начала координат. Угол наклона α

это касательной это $\arctg(\frac{\Delta T}{\Delta t})$ тогда условие коэффициента наклона это $\Delta T / \Delta t$.

тогда $\lambda = C (\rho \cdot \text{жидкой фазы})$. Угол наклона касательной $k = \frac{49-31}{135-102} = 0,55$

$\lambda = C \cdot t \cdot k = 19 \text{ кДж/м}^2$

$\Delta k = \frac{k_{\text{max}} - k_{\text{min}}}{2} = \frac{(52-31) - (49-40)}{130-100} = \frac{11-9}{30} = 0,24$

$\epsilon k = 44\%$

$\epsilon(\lambda) = \epsilon(k) + \frac{\Delta \epsilon}{\epsilon} = 44\% + \frac{5}{90} = 49\%$

$\lambda = 9,5 \text{ кДж/м}^2$
 лист 3 43 34

Acct 4 934

Myxer spargue ocrabarius

noisy n.d (90)
n.3 (90)

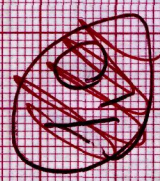
$T_{min} (1 - e^{-dt})$

$$T_{min} + (T_{max} - T_{min})(1 - e^{-dt})$$

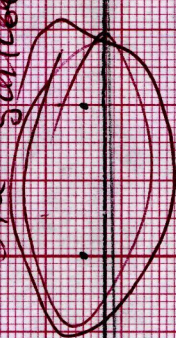


max

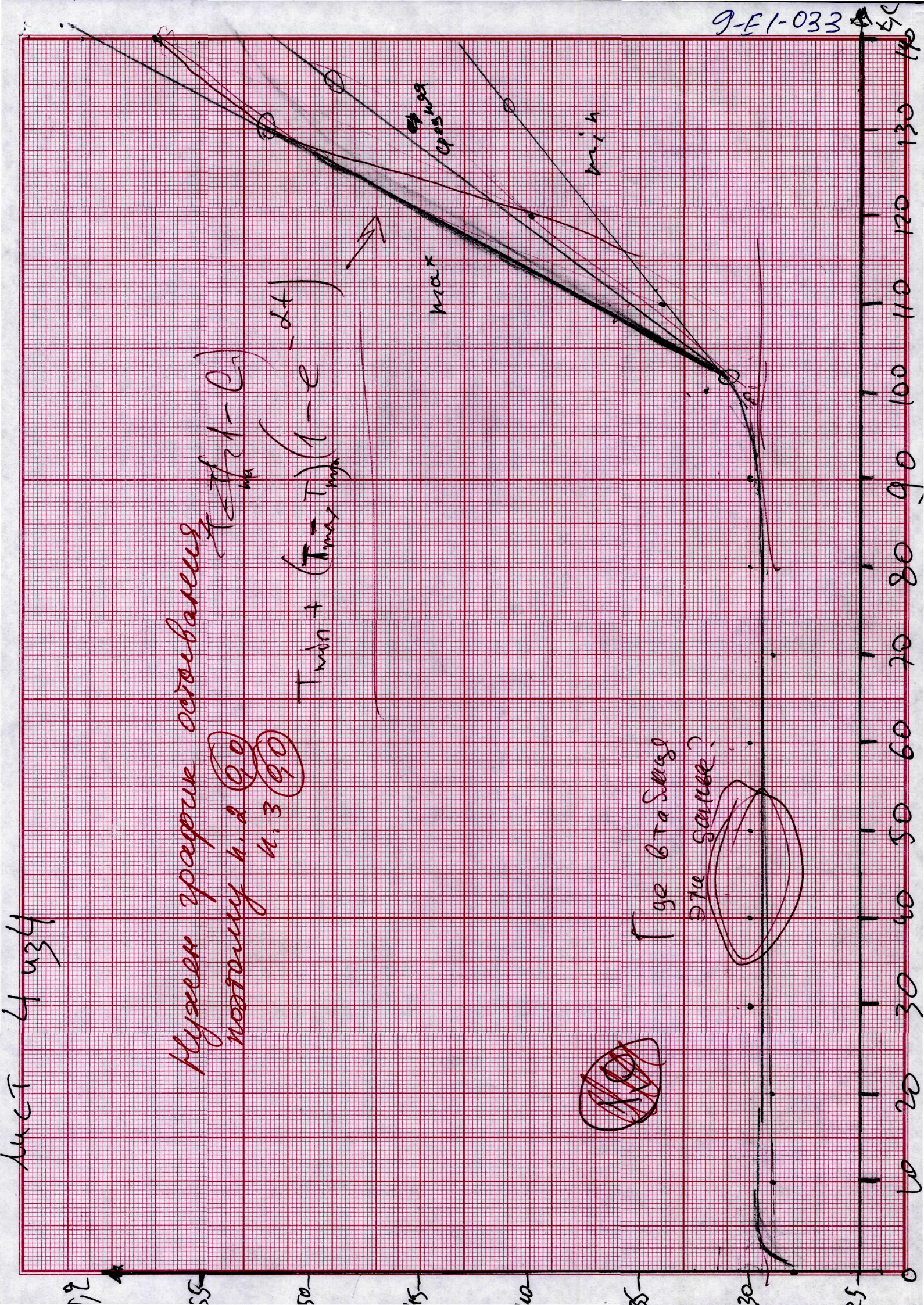
max

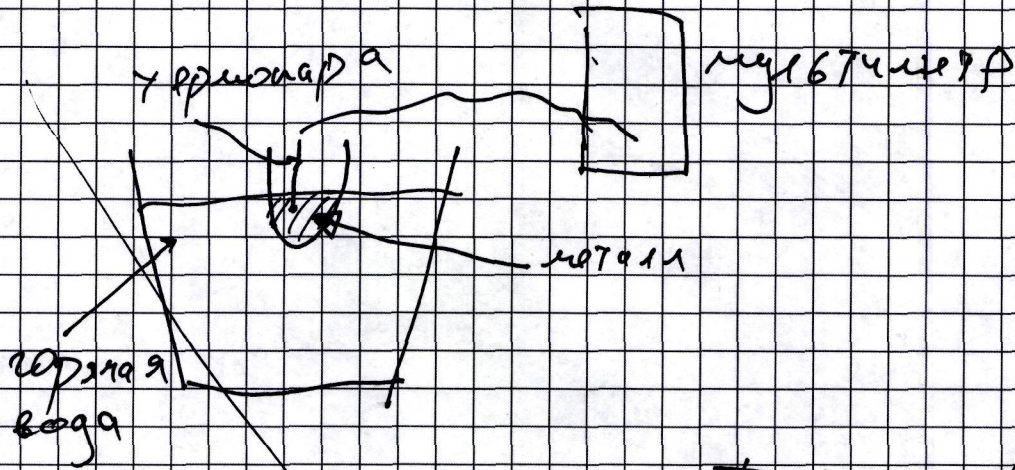


go to stage
etc same?



9-E1-033





Снимки зависимости $T(t)$ записаны, что фазовый переход соответствует "плато"

температура не меняется, т.е. всё тепло уходит на нагрев, а не фазовый переход, измерение:

$m = (\text{масса металла}) = (2,28 \pm 0,03) \text{ г} (\Delta = 1,3\%)$

~~$V = (0,39 \pm 0,03) \text{ см}^3$~~

$V = (0,39 \pm 0,03) \text{ см}^3 (\Delta = 7,7\%)$

$\rho = m/V = (5800 \text{ кг/м}^3 \pm 500) \text{ кг/м}^3 (\Delta = \Delta_m + \Delta_V = 9\%)$

