

Всероссийская олимпиада школьников по физике

Заключительный этап

9-E1-080 62

*Легкоплавкий металл*

Название задачи (см. условие)

заполнить печатными буквами!!!

*Юсупов*

Фамилия

*Вячеслав*

Имя

*Александрович*

Отчество

*8 985 600 61 03*

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

*лист 4*



## 9.1 Легкоплавкий металл

Сумма

2,5

Проверка Апелляция

Критерий	Баллы	Макс. балл	Проверка	Апелляция
<b>1. Измерение плотности</b>		<b>2,5</b>		
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	
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 $\rho_c [5,3; 6,5] \text{ г/см}^3$ $\rho_c [5,0; 6,8] \text{ г/см}^3$	1,0 (0,5)		1,0	2,5
1.2.2. Измерение объема цилиндра другими способами или не обоснован компенсационный метод, причем $\rho_c [5,0; 6,8] \text{ г/см}^3$	(0,5)			
<b>2. Измерение зависимости <math>T(t)</math> остывания для расплавленного галлия</b>		<b>3,5</b>		
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			
2.2. Количество измерений в диапазоне от 50 до 25 °C или комнатной температуры (при отсутствии единиц измерения в таблице -0,5):				0
2.2.1. $N \geq 10$	3,0			
2.2.2. $N \geq 5$	(1,5)			
2.2.3. $N < 5$	(0,5)			
2.3. Измерена комнатная температура	0,0			
<b>3. График <math>T(t)</math></b>		<b>2,5</b>		
3.1. Выбран разумный масштаб, оси подписаны и оцифрованы (при наличии графика)	0,4			
3.2. Нанесены все экспериментальные точки из таблицы измерений	0,3			0
3.3. Проведена сглаживающая линия	0,3			
3.4. Проведена касательная к участку графика $T(t)$ в точке $T_0 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$	0,3			
3.5. Определен угловой коэффициент при $T_0 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ $\alpha_c [0,05; 0,15] \text{ }^\circ\text{C/c}$	1,2			
<b>4. Кристаллизация</b>		<b>5,5</b>		
4.1. Отмечена связь постоянства температуры содержимого микропробирки после помещения в нее затравки с процессом кристаллизации и определена $T_{\text{крист}} = 29-30 \text{ }^\circ\text{C}$	0,5			
4.2. Время кристаллизации				
4.2.1. Отмечена связь начала уменьшения температуры (первое появление показания 28 °C на мультиметре), с окончанием кристаллизации	0,5			
4.2.2. Измерено время кристаллизации	1,0			0
4.3. Записано уравнение теплового баланса для кристаллизации, в явном виде содержащее время кристаллизации	1,0			
4.4. Формула для вычисления $\lambda$	1,5			
4.5. Определена удельная теплота кристаллизации $\lambda_c [70; 90] \text{ кДж/кг}$ $\lambda_c [65; 95] \text{ кДж/кг}$ $\lambda_c [60; 100] \text{ кДж/кг}$	1,0 (0,7) (0,5)			
<b>5. Погрешности</b>		<b>1,0</b>		
Приведена обоснованная оценка погрешности:				0
5.1. Плотности	0,5			
5.2. Удельной теплоты плавления металла	0,5			

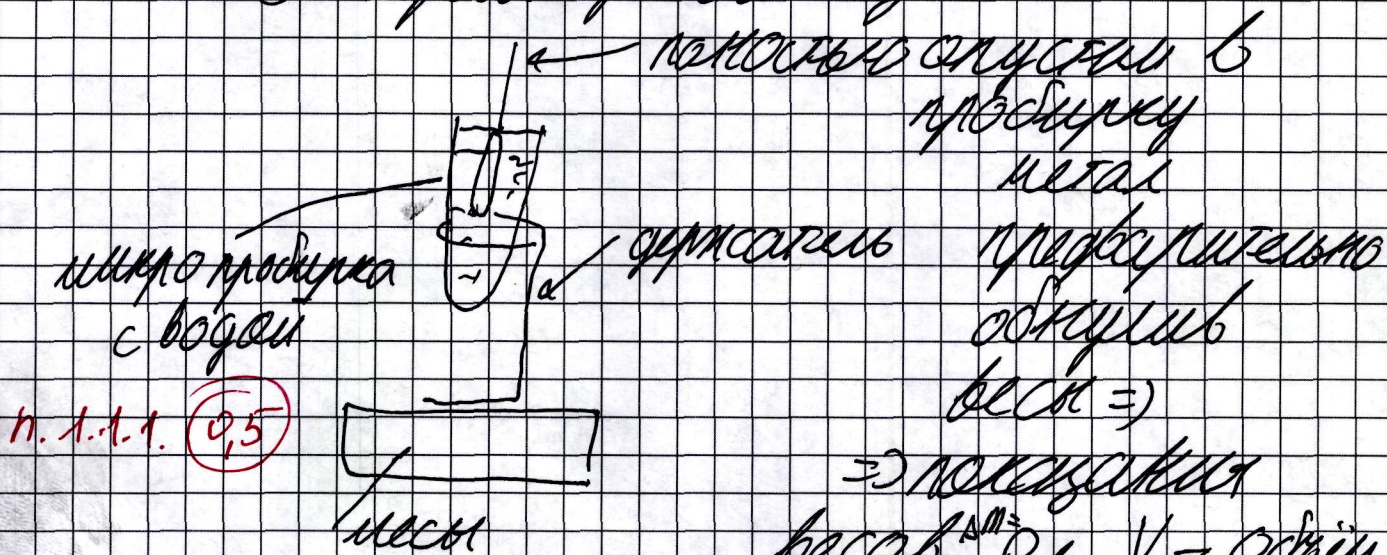
Проверил: P.B.3.



1) Измерим температуру воздуха в сушильном  $t \approx 23^\circ\text{C} \Rightarrow$  металл не плавится

$M$  - масса металла  $M = 1,97 \text{ г}$

Содержим установку



п. 1.1.1. (0,5)

$$\Delta m = 0,382$$

$\Rightarrow$  показания весов  $\rho_b \cdot V$  - объем металла  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow V = \frac{\Delta m}{\rho_b} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho_M = \frac{M}{V} = \frac{M}{\Delta m} \cdot \rho_b = \frac{1,97}{0,38} \cdot 1000 \approx$$

$$\approx 5184 \text{ кг/м}^3$$

$$\varepsilon_M = \frac{0,03}{1,97} \approx 0,02$$

$$\varepsilon_{\Delta m} = \frac{0,03}{0,38} \approx 0,08$$

$$\Rightarrow \Delta \rho_M = (\varepsilon_M + \varepsilon_{\Delta m}) \cdot \rho_M =$$

$$\approx 0,1 \cdot 5184 \approx 518 \text{ кг/м}^3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho_M = (5184 \pm 518) \text{ кг/м}^3$$

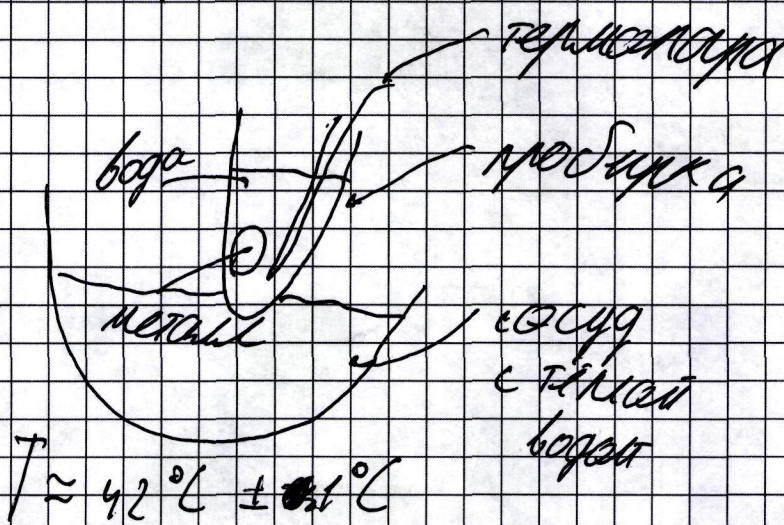
п. 1.2.1. (1,0)

1 м/г



Найти температуру плавления

Затем в пробирку с термометром  
 налить воды и положить туда  
 микрокристаллы вещества. Судя  
 по началу процесса таяния в  
 пробирке найти температуру плавления  
 судя по началу ее таяния



каким  
 продуктом  
 измерять  
 температуру  
 в ней и  
 тем самым  
 находить  
 температуру  
 плавления

поискать  
 термометры

Найти удельную теплоемкость

Найти время остывания  
 микрокристаллы воды и микро-  
 кристаллы воды (той же массы) +  
 + металл

2 кг 4

считать по формуле термометра

по формуле

$P t_1 = C \Delta t$  , время от 60 до 60 секунд

$P t_2 = C \Delta t + m c \Delta t + m \lambda$  , где C - теплоемкость



кость предприним + вода  
охладили от  $55^{\circ}\text{C} \approx 42^{\circ}\text{C}$

$$t_1 = 83,2^{\circ}\text{C}$$

Далее рассчитываем в одной из  
предприним стороны вывели из неё  
воду и вывели её  $t_2$  и вывели  
остаток в нашу предприним  
сторону

Тогда при остывании  
получил время

$$t_2 = \text{~~107,6~~ e}$$

предпринимая разность  
предприним  $\Rightarrow$  масса воды  
в ней  $0,89$  грамм  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \rho = \frac{m \cdot c \cdot \Delta t}{\lambda} \Rightarrow$$

$$\Delta t = 55 - 42 \approx$$

$$\approx 13^{\circ}\text{C}$$

$$\Rightarrow \rho t_2 = \frac{m c \Delta t}{t_1} t_2 = m c \Delta t +$$

$$+ M \lambda + M c \Delta t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m c \Delta t \left( \frac{t_2}{t_1} - 1 \right) = M c \Delta t$$

$$\frac{m c \Delta t \left( \frac{t_2}{t_1} - 1 \right)}{M} = \lambda$$

$$t_2 = 486,1^{\circ}\text{C} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{0,89}{1000} \cdot 4200 \cdot 13 \left( \frac{486,1}{83,2} - 1 \right) - \frac{1,97}{1000} \cdot 410 \cdot 13$$

$$\Delta t \approx 9,2 \frac{\text{kg} \cdot \text{C}}{\text{kg}}$$

$$\approx 119,1 \frac{\text{kg} \cdot \text{C}}{\text{kg}}$$

$$\frac{1,97}{1000}$$

$$\boxed{3 \text{ кг } 9}$$



Ответ:  $\rho = 5189 \pm 518 \text{ кг/м}^3$

$T_{\text{к}} = 92^\circ \text{C} \pm 1^\circ \text{C}$

$\lambda = 119,1 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \pm 9,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

Массу воды накалили до кипения в кастрюле — плеснули на весы, обдувая их и положили заготовленную порцию шпательного масла.