

# Отчет о выполнении лабораторной работы 2.1.4

## Определение теплоемкости твердых тел

Костылев Влад, Б01-208

16 мая 2023 г.

### Аннотация

**Цель работы:** измерение количества подведённого тепла и вызванного им нагрева твёрдого тела; 2) определение теплоёмкости по экстраполяции отношения  $\Delta Q/\Delta T$  к нулевым потерям тепла.

**В работе используются:** калориметр с нагревателем и термометром сопротивления; амперметр; вольтметр; мост постоянного тока; источник питания 36 В.

## 1 Теоретическая справка

Теплоемкость определяется по формуле:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \quad (1)$$

Температура исследуемого тела надёжно измеряется термометром, а определение количества тепла, поглощённого телом, обычно вызывает затруднение. Не вся энергия  $P\Delta t$ , выделенная нагревателем, идёт на нагревание исследуемого тела и калориметра, часть её уходит благодаря теплопроводности его стенок. Оставшееся в калориметре количество тепла:

$$\Delta Q = P\Delta t - \lambda(T - T_k)\Delta t \quad (2)$$

Тогда из (1) и (2) получаем:

$$C = \frac{P - \lambda(T - T_k)}{\Delta T/\Delta t} \quad (3)$$

В представленной работе зависимость скорости нагревания тела  $\Delta T/\Delta t$  от температуры измеряется в широком интервале изменения температур. По полученным данным строится график:

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = f(T)$$

Температура измеряется термометром сопротивления, представляющим собой медную проволоку, намотанную на теплопроводящий каркас внутренней стенки калориметра. Известно, что сопротивление проводника изменяется с температурой по закону:

$$R = R_0(1 + \alpha\Delta T) \quad (4)$$

Выразим сопротивление  $R_0$  через измеренное значение сопротивления термометра при комнатной температуре  $R_k$ :

$$R_0 = \frac{R_k}{1 + \alpha\Delta T_k} \quad (5)$$

Окончательно получаем:

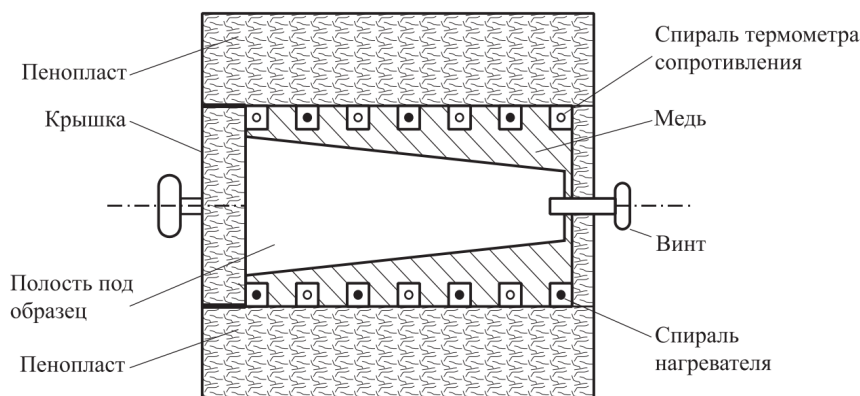
$$C = \frac{PR\alpha}{\left(\frac{dR}{dt}\right)_{T_k}(1 + \Delta T_k)} \quad (6)$$

## 2 Используемое оборудование

В работе используются: калориметр с нагревателем и термометром сопротивления; амперметр; вольтметр; мост постоянного тока; источник питания 36 В.

## 3 Методика измерений

Нам представлены 3 металла: латунь, железо и алюминий.



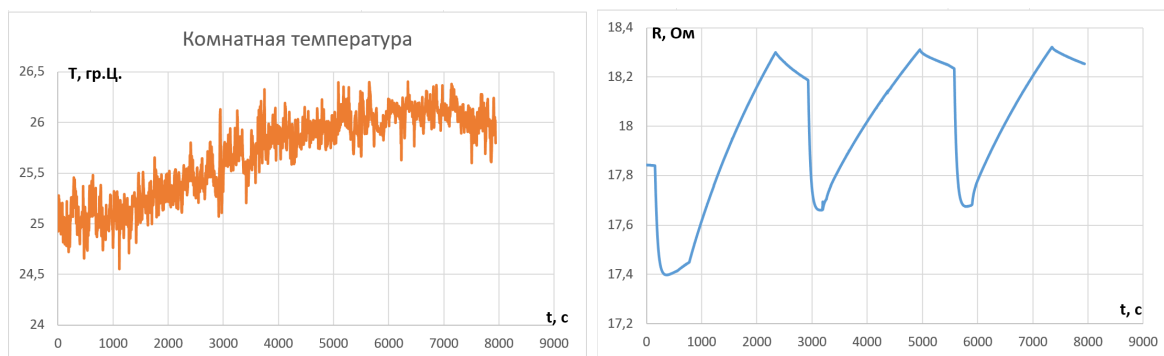
Поочередно помещая их в калориметр, схема устройства которого представлена выше, проходимся по пунктам и нужные нам данные вносим в таблицу для дальнейшей обработки.

## 4 Результаты измерений и обработка данных

После всех измерений, давайте внесем наши данные в одну таблицу (так как данных очень много, то ниже показана только часть):

t	R, Ом	t	T, гр.Ц.
14:20:36	17,8422966	14:20:36	24,9662952
14:20:37	17,8427906	14:20:37	24,9824123
14:20:38	17,8422107	14:20:38	24,9276142
14:20:39	17,8422355	14:20:39	24,9450855
14:20:40	17,8422737	14:20:40	24,9550895
14:20:41	17,8422966	14:20:41	24,9795799
14:20:42	17,8423976	14:20:42	24,9769172
14:20:43	17,8424129	14:20:43	24,970499
14:20:44	17,8418922	14:20:44	24,970005
14:20:45	17,8423843	14:20:45	24,981224
14:20:46	17,8424873	14:20:46	25,0262851
...			

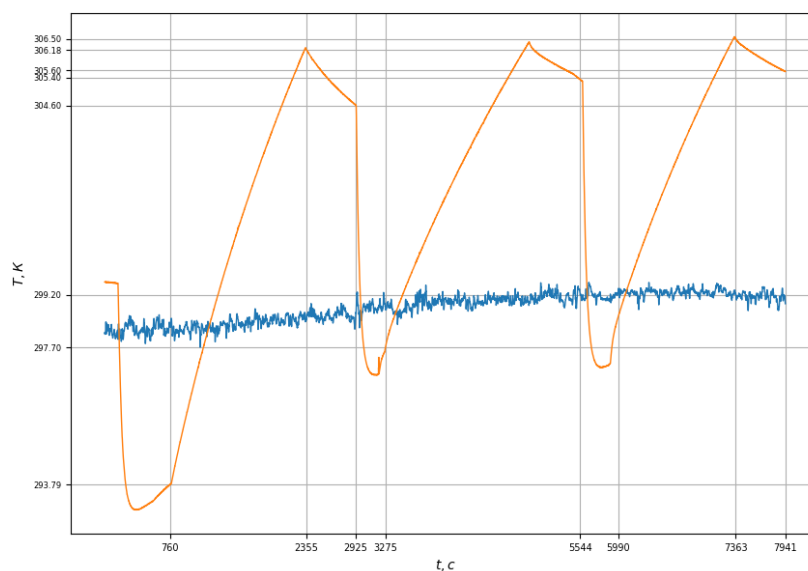
Теперь давайте изобразим графики представленных величин от времени:



Теперь переведем наши результаты в градусы по Кельвину. Для сопротивления, формула:

$$T = 14.5839550 \times R + 39.3551401K$$

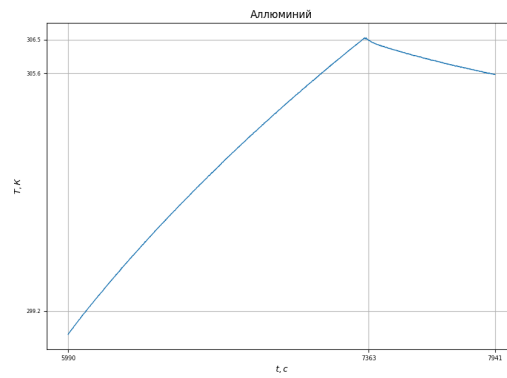
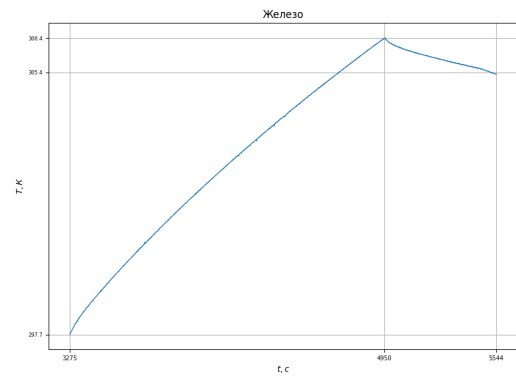
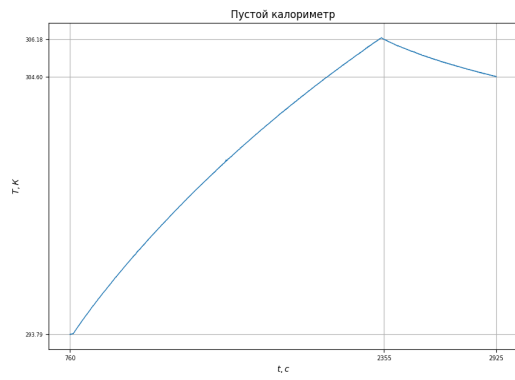
Внесем их в новую таблицу и построим соответствующий график:



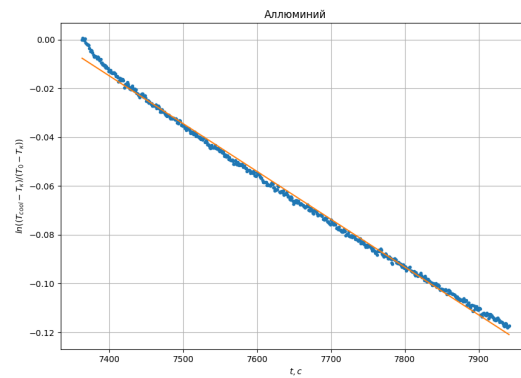
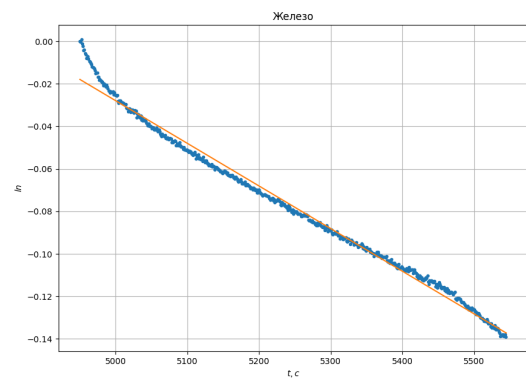
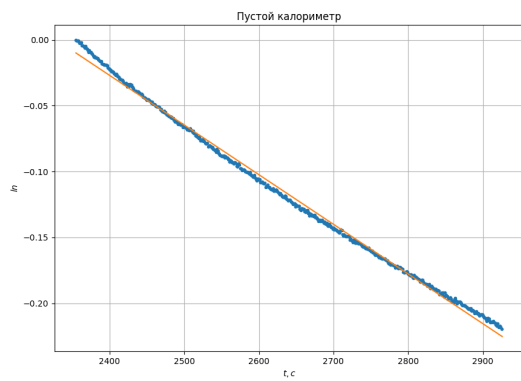
Ниже представлен ход нашей работы:

14:21	начало	15:13	достаем латунный
14:23	охлаждаем	15:15	вставили железный и output
14:26	выравниваем	15:42	нагреваем
14:30	вынимаем	15:52	достаем железный
14:33	возвращаем в воду, output	16:00	охлаждаем и вставляем алюминий
15:00	выключаем output при 18.2	16:23	нагреваем
15:08	охлаждаем на 1 градус	16:33	стоп
15:09	охлаждаем		

Разделим наш цельный график на части, руководствуясь приведенной выше таблицей:



## 4.1 Интегральный метод



Итого, у меня получилось:

Система	$\lambda/C, \text{ c}^{-1}$
Пустой калориметр	$0,380 \cdot 10^{-3}$
Калориметр + железо	$0,200 \cdot 10^{-3}$
Калориметр + алюминий	$0,195 \cdot 10^{-3}$

Теперь найдем  $\lambda$ .  $\lambda = (1 - e^{-\frac{\lambda t}{C}}) \frac{P}{T_{heat} - T_{\kappa}} = 0.17 \pm 0.02 \Rightarrow C_{\kappaал} = 662 \pm 27 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$   
Итого, получились следующие теплоемкости:

Материал	$C, \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{кг}}$
Калориметр	662,5	-
Железо	239,5	293,8
Алюминий	116	395,9

## 4.2 Дифференциальный метод

В этих таблицах находятся значения производных  $A$  и  $B$ , а также значения теплоемкостей материалов.

Производная	калориметр	калориметр + железо	калориметр + алюминий
A	0,007	0,004	0,006
B	-0,002	-0,001	-0,002

материал	$C, \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{кг}}$
калориметр	589,1	-
железо	314,3	385,6
алюминий	168,1	571,7

## 5 Заключение

В данной работе мы научились точно измерять теплоемкости различных металлов, а также оценивать тепловые потери в калориметре в ходе выполнения лабораторной.