

# Тепловые свойства твердых тел

## Лабораторная работа

Никитин Илья

17 февраля 2021 г.

# План доклада

- Теоретическое введение
- Оборудование
- Измерение температурных коэффициентов
- Определение мощности и теоретических коэффициентов

Зависимость удельного сопротивления от температуры:

$$\rho = \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)] \quad (1)$$

Закон Ньютона-Рихмана:

$$q_n = \beta(T - T_0) \quad (2)$$

Согласно закону Стефана-Больцмана:

$$dP = \epsilon \sigma (T^4 - T_0^4) dS \quad (3)$$

$$\text{где } \sigma = \frac{2\pi^5 k_B^4}{15h^3 c^2}$$

В стационарном режиме вся установившаяся мощность  $P_{\text{st}} = I^2 R_{\text{st}}$  равна суммарной мощности тепловых потерь:

$$P_{\text{st}} = \beta S_{\text{surf}}(T - T_0) + \epsilon \sigma S_{\text{surf}}(T^4 - T_0^4) \quad (4)$$

- Проволоки из различных материалов
- Термопаста КПТ-19
- Алюминевая банка
- Термopapa K-типа
- Мультиметр
- Шунт
- Два мультиметра Keysight
- Коробка картонная
- Клемник
- Компьютер с программой LabView
- Электрический кипятильник
- Источник тока Gophert
- Резинки для зажима проволоки

# Ход работы

## Измерение температурных коэффициентов

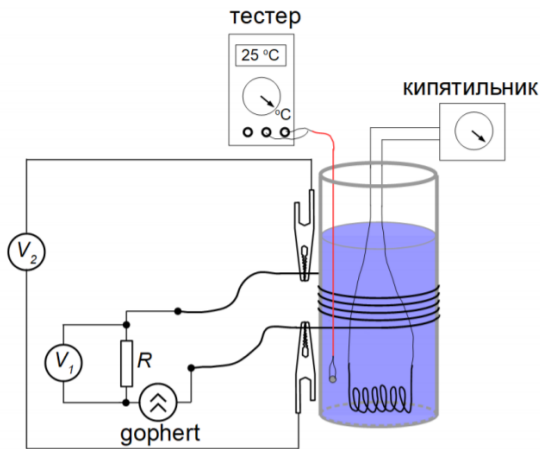


Рис.: Схема подключения проволоки

# Ход работы

## Измерение температурных коэффициентов

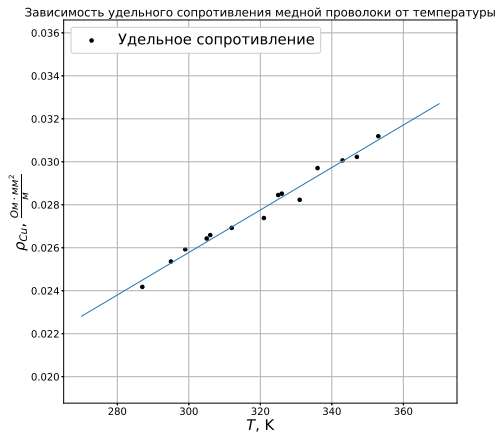


Рис.: Получившийся коэффициент температурной зависимости сопротивления  $\alpha \approx 3.9 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}$



# Ход работы

## Измерение температурных коэффициентов

Зависимость удельного сопротивления титановой проволоки от температуры

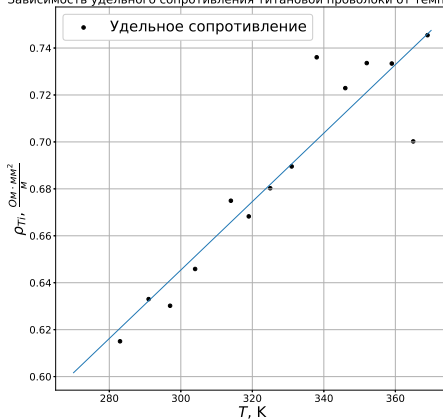


Рис.: Получившийся коэффициент температурной зависимости сопротивления  
 $\alpha \approx 127.6 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}$

# Ход работы

## Измерение температурных коэффициентов

Зависимость удельного сопротивления титановой проволоки от температуры

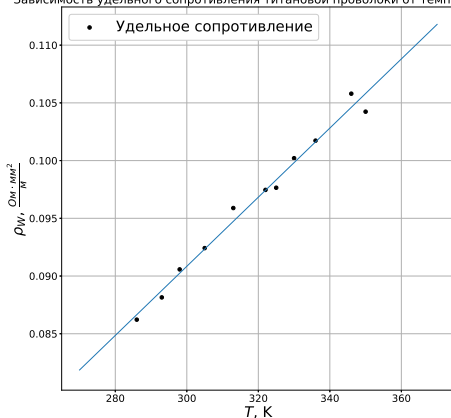


Рис.: Получившийся коэффициент температурной зависимости сопротивления  $\alpha \approx 2.3 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}$

# Ход работы

## Измерение температурных коэффициентов

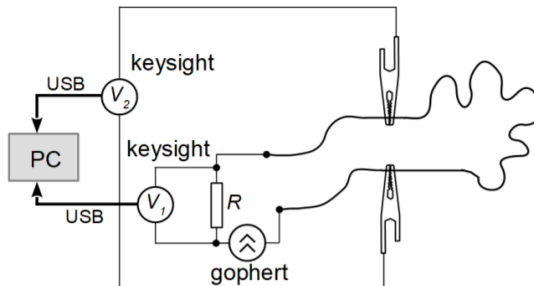


Рис.: Схема подключения проволоки

# Ход работы

## Измерение температурных коэффициентов

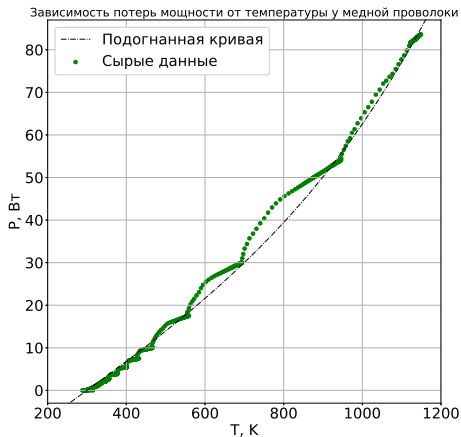


Рис.: Коэффициенты  $\beta \approx 52.9$ ,  $\epsilon \approx 0.24$

# Ход работы

## Измерение температурных коэффициентов

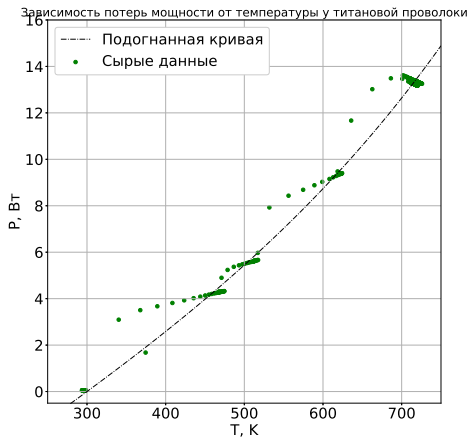


Рис.: Коэффициенты  $\beta \approx 27$ ,  $\epsilon \approx 0.29$

# Ход работы

## Измерение температурных коэффициентов

Зависимость потерь мощности от температуры у вольфрамовой проволоки

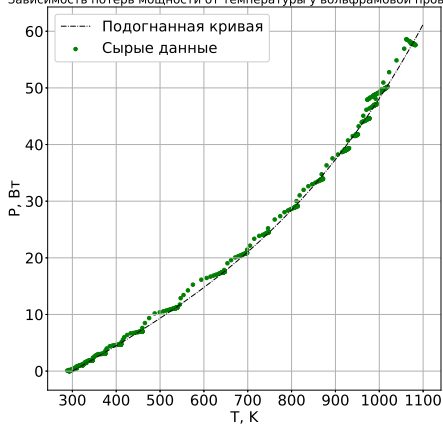


Рис.: Коэффициенты  $\beta \approx 47.1$ ,  $\epsilon \approx 0.38$

# Ход работы

## Измерение температурных коэффициентов

Теплоемкость была посчитана в предположении, что энергия линейна по температуре и вся мощность уходит на нагрев образца (расчеты произведены на температурах 200 - 400 K):

$$\begin{aligned}C_{Cu} &= \frac{P\delta t}{m\delta T} \approx 435 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{г}} \\C_{Ti} &= \frac{P\delta t}{m\delta T} \approx 620 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{г}} \\C_W &= \frac{P\delta t}{m\delta T} \approx 170 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{г}}\end{aligned}\tag{5}$$