

Работу выполнил
Просвирин Кирилл, 712гр.

под руководством
А.В. Гаврикова, к.ф.-м.н.

Маршрут IX

5 февраля 2018 г.,
12 февраля 2018 г.

Лабораторная работа № 2.2.3

Определение теплопроводности газов при атмосферном давлении

Цель работы: определение теплопроводности воздуха или углекислого газа при атмосферном давлении и разных температурах по теплоотдаче нагреваемой током нити в цилиндрическом сосуде.

В работе используется: Водонагреватель; ММЭС Р4834; эталонное сопротивление 10 Ом; цифровой вольтметр В7-78/1; источник питания GPS-2303 GW INSTEK; термостат LT100.

1 Постановка эксперимента

Данная лабораторная работа предусматривает следующую методику измерений: для разных значений температуры воды, протекающей через кожух, находим зависимость падения напряжения U_n и U_0 . После чего по этим данным строим график зависимости Q от тока подогрева нити I_H .

Обозначения:

R_M — магазин сопротивлений;

R_H — сопротивление нити;

R_{Ξ} — эталонное сопротивление.

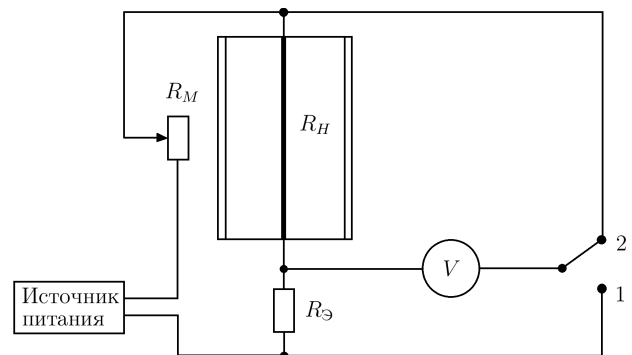


Рис. 1: Схема установки

Нетрудно показать, что если температура среды не зависит от времени, то теплопроводность κ можно найти из соотношения

$$\kappa = \frac{Q}{T_1 - T_2} \frac{1}{2\pi L} \ln \frac{r_2}{r_1}, \quad (1)$$

где r_1 — радиус нити, r_2 — радиус цилиндра, L — длина цилиндра, Q — полный поток тепла, ΔT — разность температур газа у поверхности нити и цилиндра.

Выделяемая мощность может быть найдена по формуле $Q = 10U_H/U_{\Xi}$

2 Проведение измерений

1. Снимем зависимость напряжения на нити U_H от напряжении на эталонном сопротивлении $U_{\mathfrak{D}}$.

	$T_1 = 297,8 \text{ K}$		$T_2 = 304 \text{ K}$		$T_3 = 312 \text{ K}$		$T_4 = 322,8 \text{ K}$		$T_5 = 332,9 \text{ K}$	
№	$U_0, \text{ B}$	$U_H, \text{ B}$	$U_0, \text{ B}$	$U_H, \text{ B}$	$U_0, \text{ B}$	$U_H, \text{ B}$	$U_0, \text{ B}$	$U_H, \text{ B}$	$U_0, \text{ B}$	$U_H, \text{ B}$
1	0,05	0,755	0,05	0,762	0,05	0,766	0,05	0,774	0,05	0,782
2	0,075	1,134	0,075	1,143	0,075	1,151	0,075	1,162	0,075	1,173
3	0,1	1,513	0,1	1,524	0,1	1,536	0,1	1,549	0,1	1,566
4	0,125	1,893	0,125	1,907	0,125	1,921	0,125	1,938	0,125	1,956
5	0,150	2,273	0,150	2,289	0,150	2,307	0,150	2,328	0,150	2,349
6	0,2	3,037	0,2	3,059	0,2	3,082	0,2	3,107	0,2	3,137
7	0,225	3,421	0,225	3,446	0,225	3,471	0,225	3,501	0,225	3,535
8	0,25	2,273	0,25	3,848	0,25	3,862	0,25	3,896	0,25	3,932

Таблица 1: Основные данные измерений

2. По данным из таблицы 1 построим график зависимости выделяемой мощности от сопротивления и определим по нему угол наклона dQ/dR и сопротивление нити R_0 при нулевой выделяемой мощности.

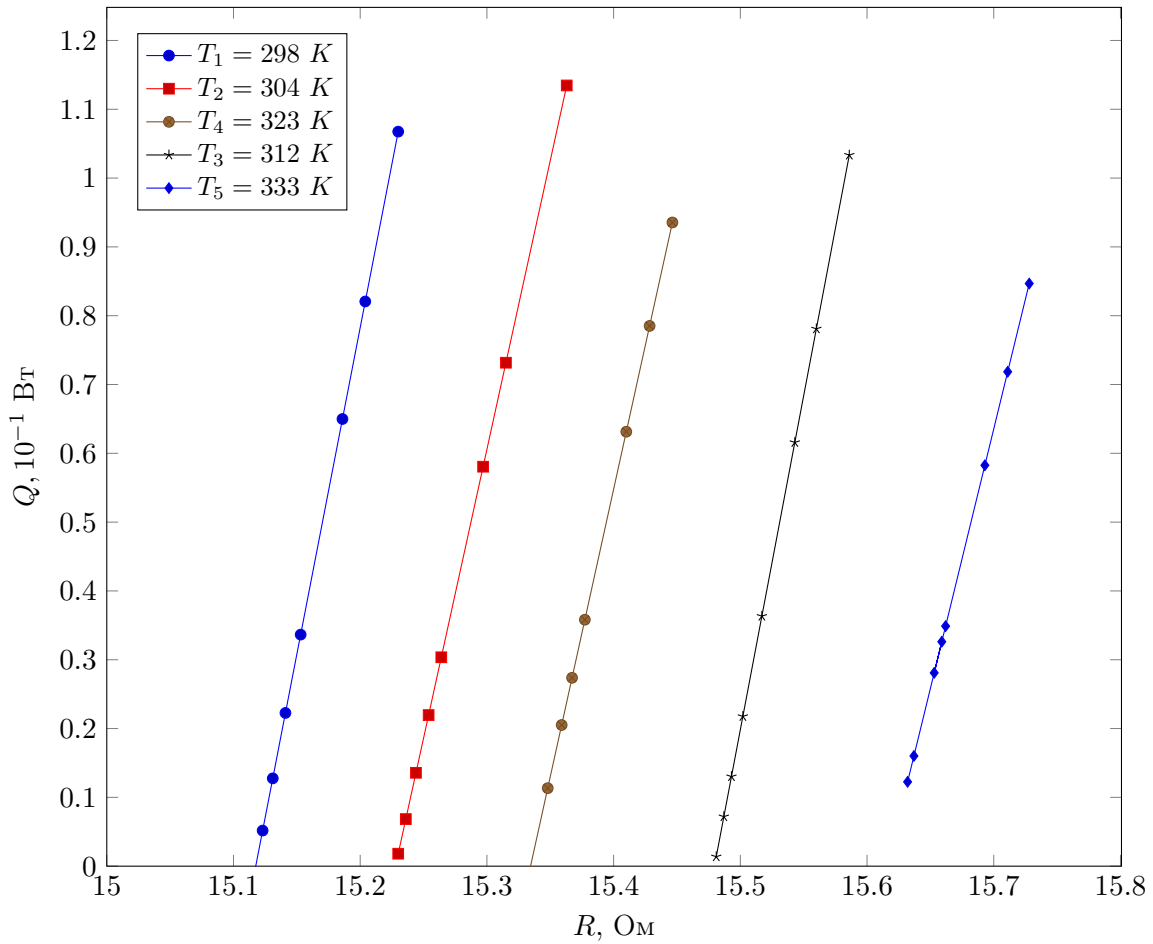


Рис. 2: График зависимости сопротивления $Q(R_H)$

Замечание.

3. Построим по значениям R_0 график зависимости сопротивления нити от температуры

T, K	297,8	304	312	322,8	332,9
R_0, Ω	15,11	15,21	15,33	15,48	15,63

Таблица 2: Значения R_0 при искомым температурах

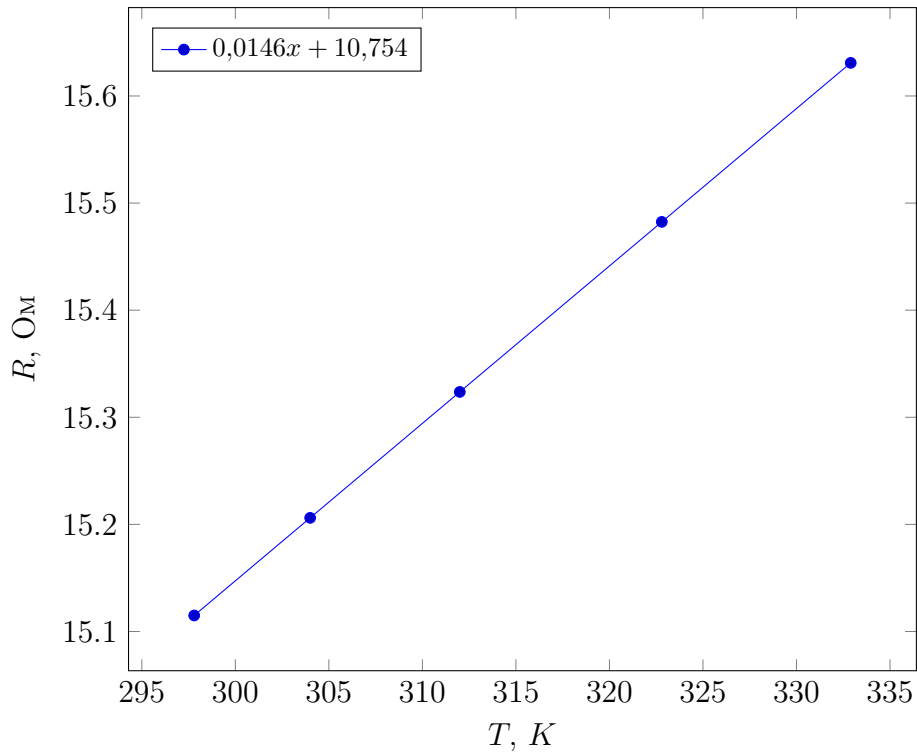


Рис. 3: График зависимости сопротивления $Q(R_H)$

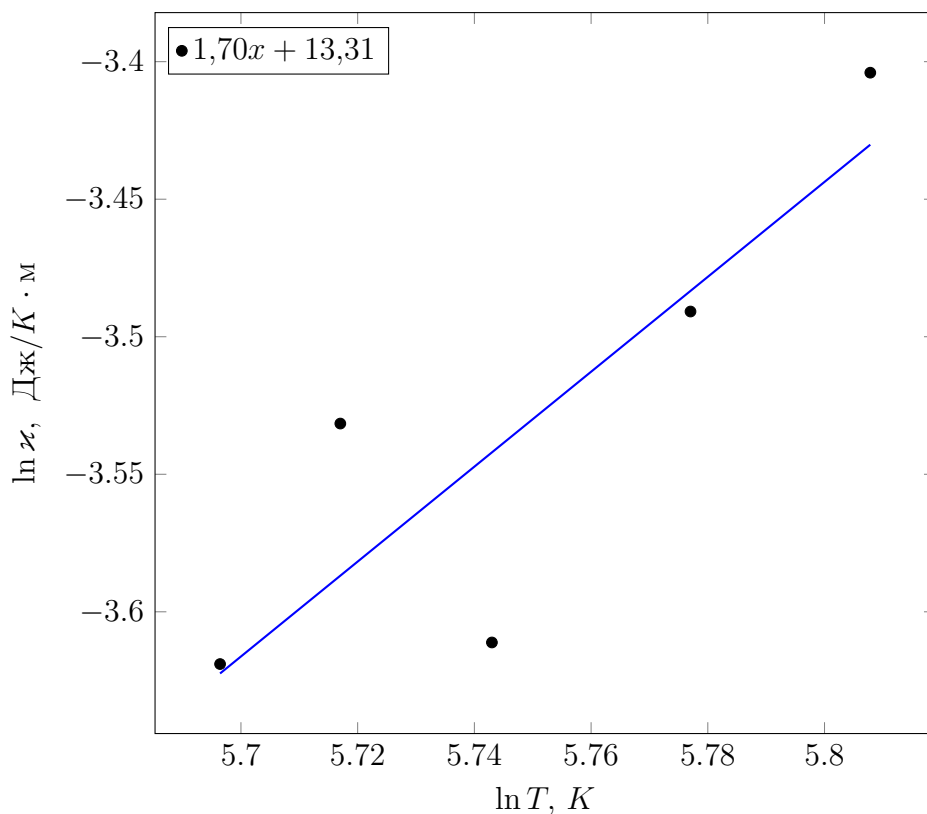
Откуда находим угол наклона $dR/dT = (0,0146 \pm 0,0002) \text{ Ом}/K$.

4. Для каждой температуры прибора определим значение коэффициента теплопроводности газа по формуле (1).

T, K	297,8	304	312	322,8	332,9
$\frac{dQ}{dR}, \text{ Вт} \cdot 10^{-2}/K$	80,0	87,3	80,6	90,9	99,2
$\sigma \left(\frac{dQ}{dR} \right), \text{ Вт} \cdot 10^{-2}/K$	1,5	7,1	5	1,9	6,1
$\kappa, \text{ Дж} \cdot 10^{-2}/K \cdot \text{ м}$	2,68	2,93	2,70	3,1	3,3
$\sigma \kappa, \text{ Дж} \cdot 10^{-2}/K \cdot \text{ м}$	0,06	0,24	0,07	0,2	0,2

Таблица 3: Расчет коэффициента теплопроводности

5. По данным таблицы 3 построим график зависимости теплопроводности от температуры. И в предположении, что $\kappa = AT^\beta$, найдем показатель степени β .



Из наклона прямой на графике находим $\beta = (1,70 \pm 0,16)$

3 Итоги

Полученные в результате настоящей лабораторной работы значения коэффициента теплопроводности совпадают с табличными значениями в пределах погрешности, а графики имеют «хороший», линейный вид ($\mathfrak{R} \approx 0,9775$).

Комментарий. Погрешности измерений были подсчитаны в среде «*OriginPro*».