

# Лабораторная работа 2.1.6 «Эффект Джоуля-Томсона»

Балдин Виктор, Б01-303

12 марта 2024 г.

## Цель работы

1. Определение изменения температуры углекислого газа при протекании через малопроницаемую перегородку при разных начальных значениях.
2. Вычисление по результатам опытов коэффициентов Ван-дер-Ваальса  $a$  и  $b$ .

**Оборудование** Трубка с пористой перегородкой; труба Дьюара; термостат, термометры; дифференциальная термopара; микровольтметр; балластный баллон; манометр.

## 1 Теоретическая часть

Рассмотрим стационарный поток газа между произвольными сечениями трубки и пористой перегородкой. Для 1 моля можно записать первое начало термодинамики:

$$A_1 - A_2 = \left( U_2 + \frac{\mu v_2^2}{2} \right) - \left( U_1 + \frac{\mu v_1^2}{2} \right), \quad (1)$$

где  $A_1 = P_1 V_1$  – работа над газом, необходимая для внесения его в первое сечение трубки,  $A_2 = P_2 V_2$  – работа газа по прохождению второго сечения. Используя уравнение 1, получим:

$$H_1 - H_2 = (U_1 + P_1 V_1) - (U_2 + P_2 V_2) = \frac{1}{2} \mu (v_2^2 - v_1^2) \quad (2)$$

Или:

$$C_P (T_1 - T_2) = \frac{1}{2} \mu (v_2^2 - v_1^2), \quad (3)$$

откуда:

$$\Delta T = \frac{\mu}{2C_P} (v_2^2 - v_1^2) \quad (4)$$

При этом:

$$v_1 = \frac{P_2}{P_1} v_2 \quad (5)$$

Таким образом, для углекислого газа оценка по формуле 4 дает  $\Delta T = 7 \cdot 10^{-4}$  К, что ничтожно мало по сравнению с измеряемым эффектом.

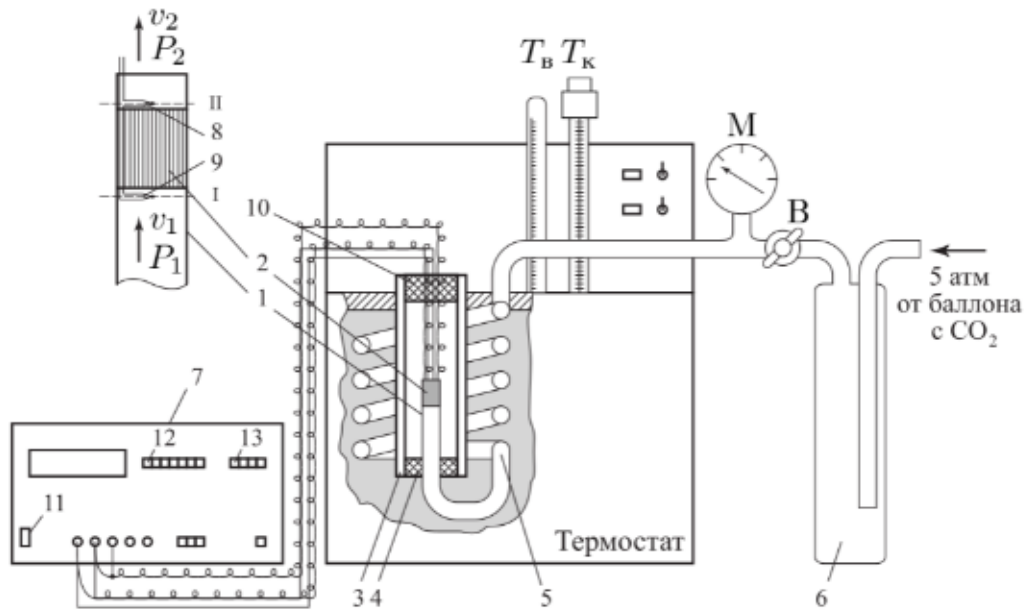


Рис. 1: Схема экспериментальной установки для изучения эффекта Джоуля-Томсона

## 2 Экспериментальная установка

Схема используемой установки приведена на рис. 1. Основным элементом установки является трубка 1 с пористой перегородкой 2, через которую пропускается исследуемый газ. Трубка имеет длину  $L = 80$  мм и сделана из нержавеющей стали в силу ее малой теплопроводности. Диаметр трубки  $d = 3$  мм, толщина стенок 0.2 мм. Толщина трубки  $l = 5$  мм подобрана так, чтобы обеспечить оптимальный поток газа при перепаде давлений  $\Delta P \leq 4$  атм, при этом в результате эффекта Джоуля-Томсона создается достаточная разность температур.

Давление газа измеряется манометром М и регулируется вентилем В. Манометр М измеряет разность с атмосферным давлением  $\Delta P = P_1 - P_2$ .

Разность температур газа до перегородки и после нее измеряется дифференциальной термомпарой медь – константан.

## 3 Ход работы

1. Убедимся, что термостат залит водой, все электрические приборы заземлены.
2. Включим термостат.
3. Включим вольтметр 7. Получим показания вольтметра при  $\Delta P = 0$ , используем ее для корректировки:  $\mathcal{E} = U(P) - U(0)$ .
4. Графики:

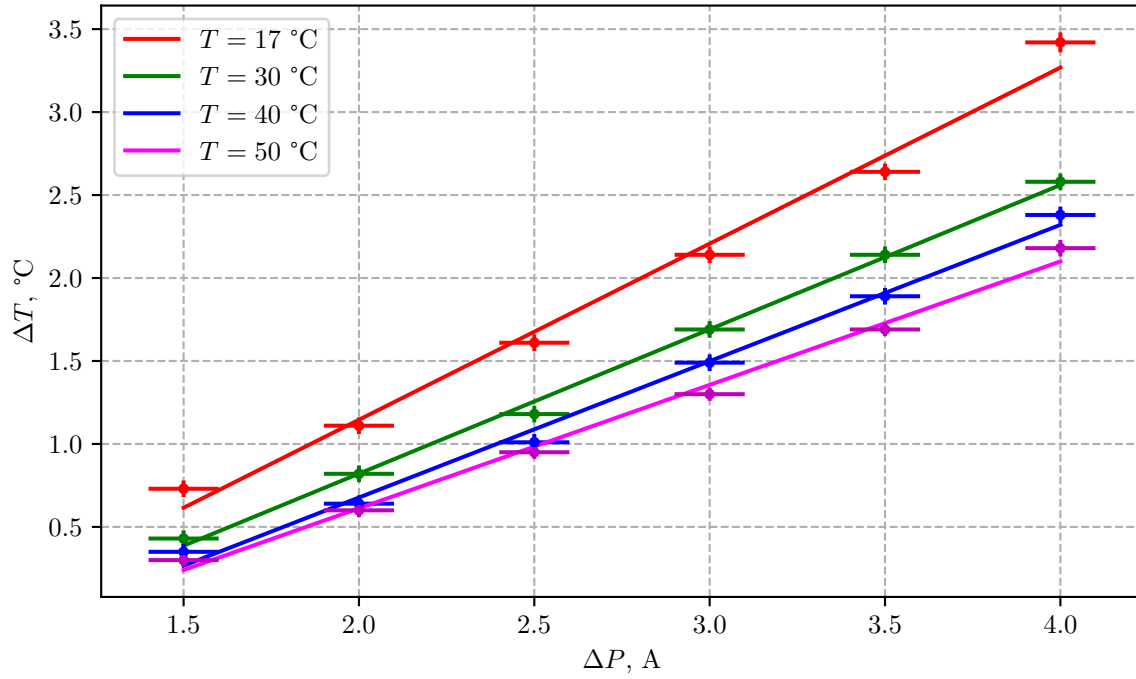


Рис. 2: Графики  $\Delta T(\Delta P)$

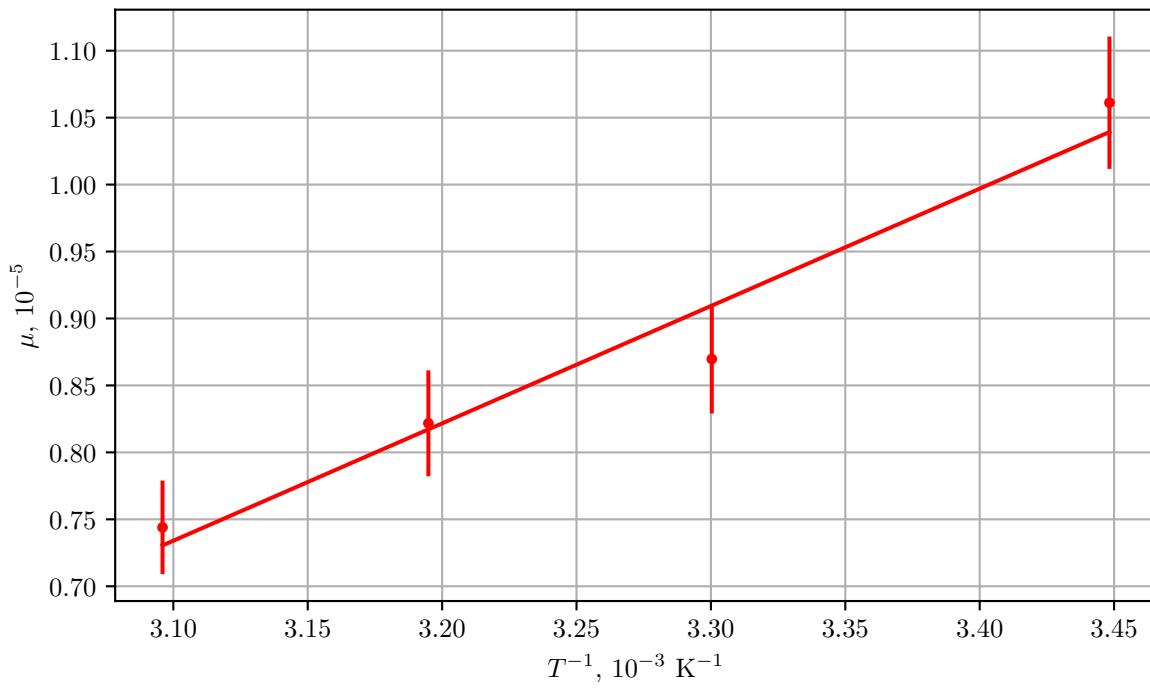


Рис. 3: График  $\mu(T)$