

# Отчет по лабораторной работе №2.1.6 Эффект Джоуля-Томсона

Бичина Марина группа Б04-005 1 курса ФЭФМ

16 марта 2021 г.

# 1 Аннотация

**Цель работы:** 1) определить изменения температуры углекислого газа при протекании через малопроницаемую перегородку при разных начальных значениях давления и температуры

2) вычислить по результатам опытов коэффициентов Ван-дер-Ваальса «а» и «b»

**Оборудование:**

- 1) трубка с пористой перегородкой
- 2) труба Дьюара
- 3) термостат
- 4) термометры
- 5) дифференциальная термопара
- 6) микровольтметр
- 7) балластный баллон
- 8) манометр

## 2 Теоретическая часть

Эффектом Джоуля–Томсона называется изменение температуры газа, медленно протекающего из области высокого в область низкого давления в условиях хорошей тепловой изоляции. В разреженных газах, которые приближаются по своим свойствам к идеальному газу, при таком течении температура газа не меняется. Эффект Джоуля–Томсона демонстрирует отличие исследуемого газа от идеального.

В работе исследуется изменение температуры углекислого газа при медленном его течении по трубке с пористой перегородкой (рисунок 1). Трубка 1 хорошо теплоизолирована. Газ из области повышенного давления  $P_1$  проходит через множество узких и длинных каналов пористой перегородки 2 в область с атмосферным давлением  $P_2$ . Перепад давления  $\Delta P = P_1 - P_2$  из-за большого сопротивления каналов может быть заметным даже при малой скорости течения газа в трубке. Величина эффекта Джоуля–Томсона определяется по разности температуры газа до и после перегородки.

### 2.1 Описание установки

На схеме изображены:

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| 1) трубка                              | 7) цифровой вольтметр    |
| 2) пористая перегородка                | 8-9) спаи                |
| 3) трубка Дьюара                       | 10) пробка из пенопласта |
| 4) уплотнение трубки Дьюара<br>кольцом | 11) выключатель «Сеть»   |
| 5) змеевик                             | 12) кнопка «АВП»         |
| 6) балластный баллон                   | 13) кнопка « $U_-$ »     |

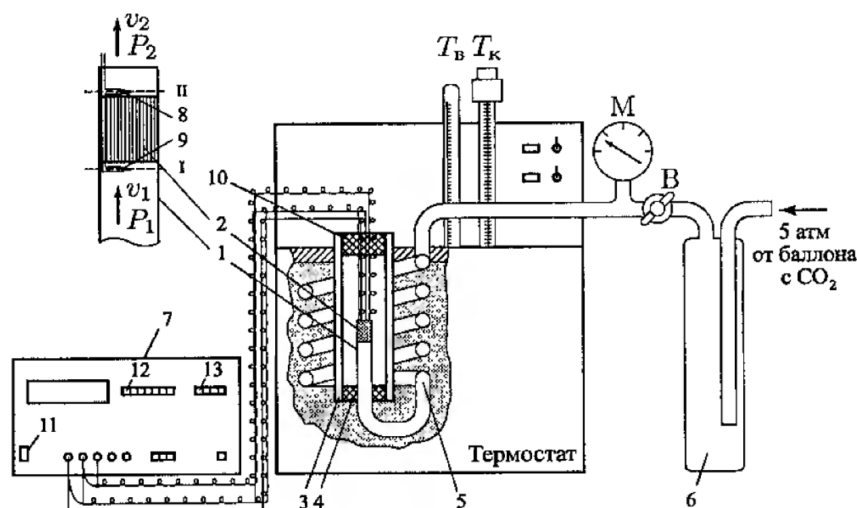


Рис. 1: Схема установки для изучения эффекта Джоуля-Томсона

### 3 Экспериментальная часть

#### 3.1 Ход работы

1. Перед началом работы убедимся в том, что термостат залит водой, а все электрические приборы заземлены.
2. Установим на контактном термометре  $T_k$  температуру регулирования, близкую к комнатной, и включим термостат.
3. Включим вольтметр. Запишем знак и величину показаний для вольтметра при  $\Delta P = 0$ . Используем эту величину для корректировки показаний вольтметра в дальнейших измерениях:  $E = U(P) - U(0)$ .  
Откроем регулирующий вентиль настолько, чтобы избыточное давление составило  $\Delta P \approx 4$  атм.
4. Через 10–15 минут после подачи давления запишем показания вольтметра
5. При помощи вентилей В установим давление на 0,3–0,5 атм меньше первоначального. Через 5 минут, когда установятся давление и разность температур, вновь запишем показания манометра и вольтметра. Повторим операцию 5–7 раз для разных значений давления при комнатной температуре.
6. Построим график зависимости  $\Delta T(\Delta P)$  и по наклону определим коэффициент Джоуля-Томсона для выбранной температуры
7. Окончив измерения при комнатной температуре, установим температуру, равную  $50^\circ\text{C}$ . Проведем действия, аналогичные 3–6.
8. Проведем измерения 3–6 для температуры  $80^\circ\text{C}$
9. Произведем вычисления: найдем «а», «b» и  $T_{inv}$  для  $\text{CO}_2$ . Сравним их с табличными значениями
10. Обработаем результаты
11. Оценим ошибки измерений

## 3.2 Полученные результаты

Характеристики установки:

Инструментальные погрешности:

Начальные условия:

1. Температура термостата:  $T_0 = 18^{\circ}C$
2. Напряжение до подачи давления:  $U_0 = 0,007$  мВ
3. Давление измеряется в кгс/см<sup>2</sup>, цена деления – 0,06 кгс/см<sup>2</sup>

N	$\Delta P, \text{атм}$	$T, ^{\circ}C$	$\Delta T, ^{\circ}C$
0	0.0	18.0	0.0
1	4.065	18.15	4.322
2	3.717	18.23	3.894
3	3.339	18.29	3.467
4	2.962	18.37	3.015
5	2.671	18.45	2.663
6	1.974	18.51	1.859
7	1.713	18.62	1.583

Таблица 1 – данные для комнатной температуры

N	$\Delta P, \text{атм}$	$T, ^{\circ}C$	$\Delta T, ^{\circ}C$
0	0.0	30.06	0.0
1	4.181	30.1	3.846
2	3.862	30.08	3.462
3	3.078	30.01	2.62
4	2.671	30.02	2.188
5	2.584	30.0	2.115
6	2.236	30.0	1.755
7	1.568	30.0	1.082

Таблица 2 – данные для температуры  $\simeq 30$