Лабораторная работа 2.1.6

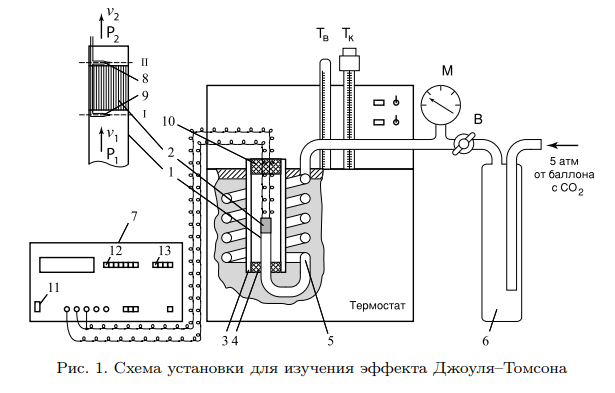
Эффект Джоуля-Томсона

**Цель работы:** 1) определение изменения температуры углекислого газа при протекании через малопроницаемую перегородку при разных начальных значениях давления и температуры; 2) вычисление по результатам опытов коэффициентов Ван-дер-Ваальса «a» и «b».

**В работе используются:** трубка с пористой перегородкой; труба Дьюара; термостат; термометры; дифференциальная термопара; микровольтметр; балластный баллон; манометр.

**Краткая теоретическая справка**

Эффектом Джоуля-Томсона называется изменения 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).

Величина эффекта Джоуля-Томсона определяется по разности температуры газа до и после перегородки.

Рассматривая 2 произвольных сечения трубки (до перегородки и после нее), рассмотрим разность работы , которую нужно совершить над газом, и работу , которую совершает сам газ.

. (1)

, (2)

где – энтальпия.

Коэффициент Джоуля-Томсона:

(3)

Если силы взаимодействия между молекулами велики, так что превалирует «поправка на давление», то основную роль играет член, содержащий , и:

В обратном случае

**Ход работы**

1. Включаем термостат и устанавливаем температуру регулирования, близкую к комнатной.
2. Открываем регулирующий вентиль настолько, чтобы избыточное давление составило
3. Через 10-15 минут после подачи давления, когда полностью затухнут переходные процессы, записываем показания вольтметра.
4. При помощи вентиля устанавливаем давление 0,3 – 0,5 атм меньше первоначального. Через 5 минут, когда установится давление и разность температур, вновь записываем показания манометра и вольтметра.
5. Проводим измерения для пяти значений давления (от 4 атм до 2 атм) при комнатной температуре.
6. Полученные результаты записываем в таблицу 1.
7. Повторяем данный опыт для еще 4 значений температур. Результаты также заносим в таблицу.
8. Отложив полученные точки на графике и построим наилучшие прямые, по наклонам графиков определим коэффициенты Джоуля-Томсона для выбранной температуры (таблица 2).

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| T, K | P, атм | U, мкВ | T, K |
| 293,1 | 4 | 158 | 3,882064 |
| 293,1 | 3,5 | 132 | 3,243243 |
| 293,11 | 3,2 | 115 | 2,825553 |
| 293,12 | 2,9 | 101 | 2,481572 |
| 293,13 | 2,6 | 90 | 2,211302 |
| 293,14 | 2,1 | 70 | 1,719902 |
|  |  |  |  |
| 303,05 | 4 | 157 | 3,774038 |
| 303,06 | 3,5 | 128 | 3,076923 |
| 303,1 | 3,2 | 114 | 2,740385 |
| 303,08 | 2,9 | 98 | 2,355769 |
| 303,08 | 2,6 | 86 | 2,067308 |
| 303,08 | 2,1 | 62 | 1,490385 |
|  |  |  |  |
| 313,08 | 4 | 136 | 3,2 |
| 313,07 | 3,5 | 113 | 2,658824 |
| 313,05 | 3,2 | 103 | 2,423529 |
| 313,05 | 2,9 | 91 | 2,141176 |
| 313,04 | 2,6 | 77 | 1,811765 |
| 313,03 | 2,1 | 59 | 1,388235 |
|  |  |  |  |
| 323,02 | 4 | 138 | 3,187067 |
| 323,04 | 3,5 | 115 | 2,655889 |
| 323,05 | 3,2 | 105 | 2,424942 |
| 323,06 | 2,9 | 93 | 2,147806 |
| 323,05 | 2,6 | 79 | 1,82448 |
| 323,06 | 2,1 | 64 | 1,47806 |
|  |  |  |  |
| 333 | 4 | 130 | 2,947846 |
| 333,02 | 3,5 | 111 | 2,517007 |
| 333,03 | 3,2 | 99 | 2,244898 |
| 333,03 | 2,9 | 86 | 1,950113 |
| 333,03 | 2,6 | 75 | 1,70068 |
| 333,03 | 2,1 | 56 | 1,269841 |

Рис 2

Рис 3

Рис 5

Рис 6

Рис 7

Для наглядности изобразим зависимости ∆T(∆P) при разных температурах на одном графике (рис 8).

Рис 8

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Т, К | 293 | 303 | 313 | 323 | 333 |
|  | 1,14 | 1,13 | 0,95 | 0,90 | 0,89 |
|  | 0,23 | 0,21 | 0,18 | 0,17 | 0,19 |
|  | 20% | 18% | 19% | 19% | 21% |

При вычислении погрешности нахождения коэффициента Джоуля-Томсона находим по формулам:

1. Построим график зависимости .

Коэффициенты данной прямой:

Коэффициенты Ван-дер-Ваальса и температура инверсии:

Табличные значения:

**Вывод:**

Полученные финальные значения не сошлись с табличными, следовательно, наша модель плохо описывает поведение системы. В данной лабораторной работе модель газа Ван-дер-Ваальса не применима. Из этого можно сделать вывод, что модель газа Ван-дер-Ваальса приближена к модели идеального газа.