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 и .

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

**Теоретическая часть:**

Эффект Джоуля-Томсона – явление изменения температуры газа, медленно протекающего из области высокого в область низкого давления в условиях хорошей тепловой изоляции.

**Основные формулы:**

Стационарный поток газа до перегородки и после(будем считать, что энтропия постоянна)

где – работа для введения газа в трубку, – работа, которую совершает газ, проходя через сечение II

где , – энтальпии

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура, ˚C | 0-10 | 10-20 | 20-30 | 30-40 | 40-50 | 50-60 | 60-70 | 70-80 | 80-90 | 90-100 |
| мкВ/˚C | 38.9 | 39.8 | 40.7 | 41.6 | 42.5 | 43.3 | 44.1 | 44.9 | 45.6 | 46.4 |

| T=19,89˚C | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ∆P, дел | 4 | 3.5 | 3 | 2.5 | 2 | 1.5 |
| ∆P, атм | 3.87 | 3.39 | 2.90 | 2.42 | 1.94 | 1.45 |
| U-U(0) | 0.138 | 0.120 | 0.098 | 0.078 | 0.057 | 0.037 |
| ∆T | 5.49 | 4.78 | 3.90 | 3.10 | 2.27 | 1.47 |

| T=45˚C | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ∆P, дел | 4 | 3.5 | 3 | 2.5 | 2 | 1.5 |
| ∆P, атм | 3.87 | 3.39 | 2.90 | 2.42 | 1.94 | 1.45 |
| U-U(0) | 0.123 | 0.104 | 0.086 | 0.067 | 0.050 | 0.029 |
| ∆T | 5.23 | 4.42 | 3.66 | 2.85 | 2.13 | 1.23 |

Выразим коэффициента Джоуля-Томпосона для газа Ван-дер-Ваальса:

Где и - поправки на давление и объем.

Cвязь между критической температуры и температуры инверсии, и зависимость температуры инверсии от параметров a,b:

Ход работы

1. Установим на контактном термометре температуру, близкую к комнтаной.
2. Включим вольтметр. Снимем значения для нулевого добавочного давления мкВ. Используем это значение в последующей корректировке значения напряжения. Откроем регулировочный вентиль на атм. После установления температуры снимем значение с вольтметра и понизим добавочное давление на 0,3-0,5 атм. Повторим так 5-7 раз, каждый раз снижая давление.
3. Переводя показания вольтметра в разность температур, учтем, что чувствительность термопары зависит от окружающей температуры.
4. Проведем аналогичные измерения для 50˚C и 80˚C, записывая результаты в таблицы:
5. Построим график зависимости для 3-х значений температуры.

| T=70˚C | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ∆P, дел | 4 | 3.5 | 3 | 2.5 | 2 | 1.5 |
| ∆P, атм | 3.87 | 3.39 | 2.90 | 2.42 | 1.94 | 1.45 |
| U-U(0) | 0.104 | 0.088 | 0.070 | 0.059 | 0.031 | 0.026 |
| ∆T | 4.67 | 3.95 | 3.14 | 2.65 | 1.39 | 1.17 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| t, ˚C | 19.89 | 45 | 70 |
| , ˚C | 292.89 | 318 | 343 |
| ,  К | 3.41 | 3.14 | 2.92 |
| К/атм | 1.6778 | 1.6335 | 1.5164 |
|  | 0.0176 | 0.0188 | 0.1052 |

1. Из графика получим таблицу:
2. По значениям таблицы построим график:
3. Получили уравнения прямых: для 2-х пар температур: комнатная и 45°С, 45°С и 70°С.
4. Знаем, что . Отсюда для первого уравнения: =0,164; = 1,117 и  
   =0,511; = 0,026 для второго.
5. Отсюда можем найти и для двух пар температур:

0,273 ± 0,159 44,69 ± 0,12

0,85 ± 0,78 1,03 ± 0,67

1. Найдем значение по формуле :

1469 ± 854 К

197961 ± 220968 К

Табличное значение для углекислого газа 2050К.

**Вывод:** первое полученное значение близко к табличному ( = 0,3652 , = 42,792 ). Первое значение сходится в пределах погрешности. Неточность объясняется тем, что уравнение Ван-дер-Ваальса хорошо описывает поведение газа в небольшом диапазоне температур. Погрешность объясняется тем, что уравнение Ван-дер-Ваальса описывает опыт приближенно. Кроме того, для были сделаны значительные приближения, что также внесло погрешность.