

*ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ*

**«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»**

Подкидышев Алексей Сергеевич  
*Студент факультета инноваций  
и высоких технологий  
(группа 790)*

## **Лабораторная работа №2.1.6**

### **«Эффект Джоуля Томпсона»**

Долгопрудный  
14 марта 2018 г.

## 1 Установка

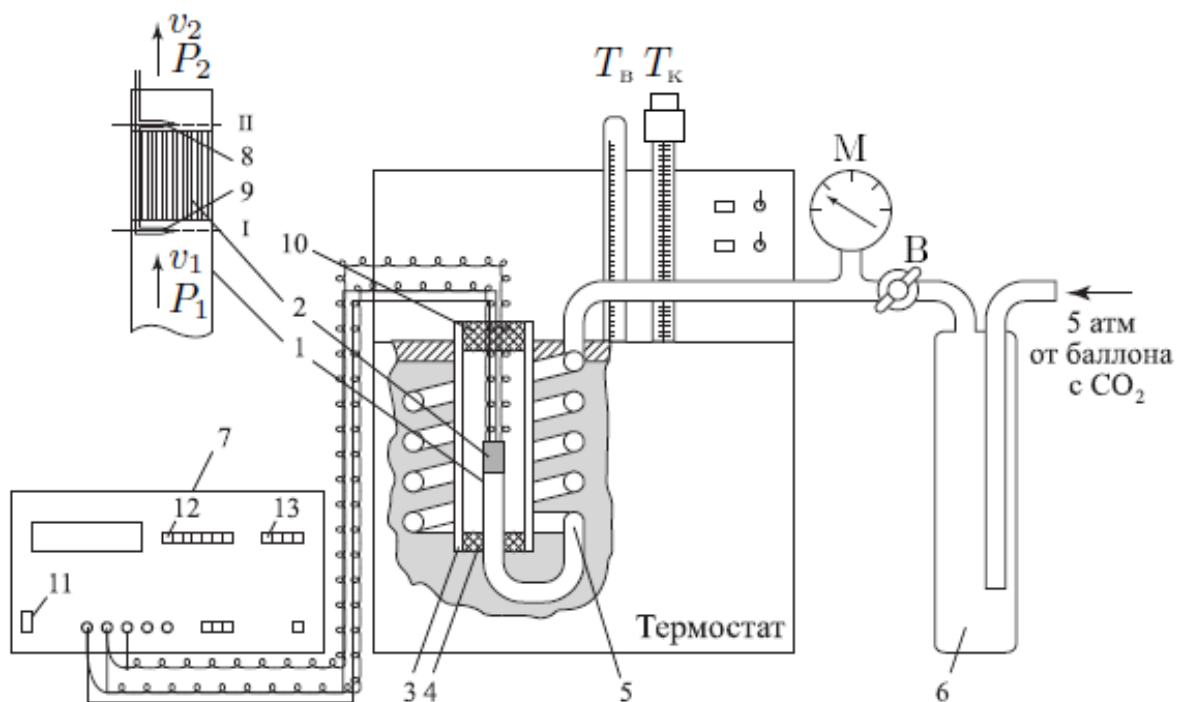


Рис. 1: Схема установки для изучения эффекта Джоуля-Томпсона

1. Трубка, по которой протекает газ
2. Пористая перегородка
3. Труба Дьюара
4. Кольцо, уплотняющее трубу Дьюара
5. Змеевик
6. Балластный болон
7. Вольтметр
8. Концев термопары
9. Конец термопары

## 2 Ход работы

### 1. Подготовка

1. Включим термостат, установив на нагревателе значение комнатной температуры
2. Включим вольтметр. Измерим  $U_0$
3. Откроем Вентиль, чтобы избыточное давление составило  $\Delta p \approx 4$  атм

### 2.1 Измерения

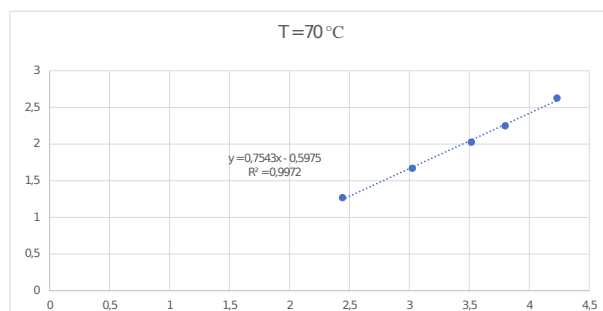
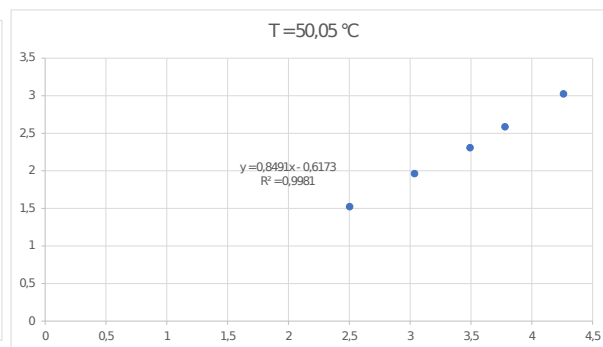
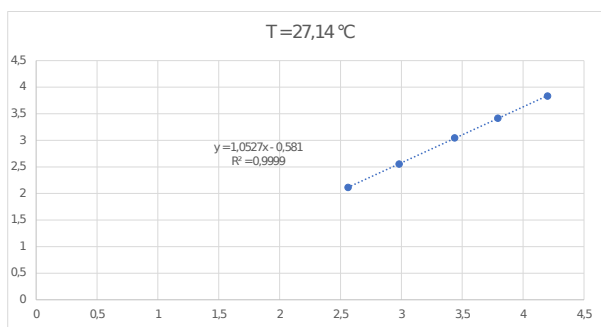
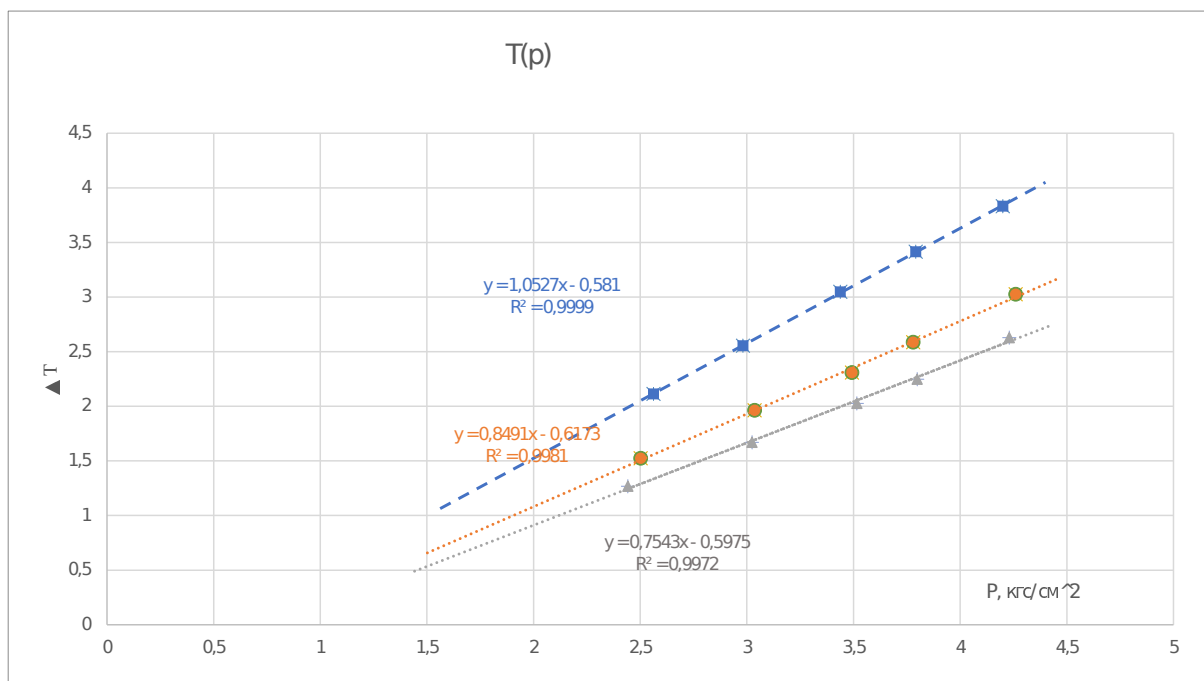
#### 2.1.1 Определение $\Delta T(p)$

Найдем значение  $\Delta T$  при разных давлениях внутри сосуда, и различных температурах жидкости

$T = 27,14C^\circ = 300,29K$					
$P$ , кгс	4,2	3,792	3,438	2,982	2,562
$\Delta T$ , $C^\circ$	3,833	3,415	3,047	2,555	2,113
$U$ , мкВ	0,156	0,139	0,124	0,104	0,086

$T = 50,05C^\circ = 323,2K$					
$P$ , кгс	4,26	3,78	3,492	3,036	2,502
$\Delta T$ , $C^\circ$	3,025	2,587	2,309	1,963	1,524
$U - U_0$ , мкВ	0,131	0,112	0,1	0,085	0,066
$U$ , мкВ	0,138	0,119	0,107	0,092	0,073

$T = 70C^\circ = 343,15K$					
$P$ , кгс	4,23	3,798	3,516	3,024	2,442
$\Delta T$ , $C^\circ$	2,628	2,249	2,027	1,67	1,269
$U - U_0$ , мкВ	0,118	0,101	0,091	0,075	0,066
$U$ , мкВ	0,138	0,119	0,107	0,092	0,073



**3. Определим значения коэффициентов а, b:**

Зная коэффициент Джоуля Томпсона (как тангенс угла наклона прямой) Определим значения коэффициентов а, b по формуле:

$$\mu = \frac{\Delta T}{\Delta P} \approx \frac{\frac{2a}{RT} - b}{C_p}$$

для этого воспользуемся WolframAlpha:

$$\text{solve } 8.66 \cdot 10^5 = (2 \cdot a / (8.31 \cdot 300.29) - b) / (7/2 \cdot 8.31), \\ 1.07 \cdot 10^6 = (2 \cdot a / (8.31 \cdot 323.2) - b) / (7/2 \cdot 8.31)$$

$$\text{solve } 8.66 \cdot 10^5 = (2 \cdot a / (8.31 \cdot 300.29) - b) / (7/2 \cdot 8.31), \\ 7.69 \cdot 10^6 = (2 \cdot a / (8.31 \cdot 323.2) - b) / (7/2 \cdot 8.31)$$

Получим значения:

$$27,14C^{\circ} - 50,05C^{\circ}$$

$$a = 1.04438 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^4}{\text{моль}^2}$$

$$b = 525.829 \frac{\text{см}^3}{\text{моль}}$$

$$50,05C^{\circ} - 70C^{\circ}$$

$$a = 1.1 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^4}{\text{моль}^2}$$

$$b = 540 \frac{\text{см}^3}{\text{моль}}$$

**4. Погрешность:**

$$\sigma_a = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{(\tilde{y}^2) - (\tilde{y})^2}{(\tilde{x}^2) - (\tilde{x})^2} - b^2}$$

Значение  $\sigma_{a,b}$  для каждый коэффициентов составит:

$$\sigma_{a,b} \approx 10\%$$

**5. Найдем значение  $T_{\text{инв}}$  : по формуле:**

$$T_{\text{инв}} = \frac{2a}{R \cdot b}$$

$$T_{\text{инв}}^1 = 599.3 \text{ K}$$

$$T_{\text{инв}}^2 = 519.8 \text{ K}$$

## 6. Вывод:

Полученные результаты ( $T_{\text{инв}} \approx 550$ ) не совпадают с табличными ( $T_{\text{инв}} \approx 2050$  К). Это происходит потому, что уравнение Ван-дер-Ваальса хорошо описывает поведение газа в небольшом диапазоне температур, а за его пределами может сильно отклоняться от реальности. Ближе к табличным оказались результаты первых двух экспериментов (*коэффициентов  $a$  и  $b$* ). Несоответствие можно объяснить тем, что уравнение Ван-дер-Ваальса лишь приближенно описывает опыт. А для  $T_{\text{инв}}$  были сделаны значительные приближения, и поэтому результат резко отличается от теоритических данных.