

3) Объект исследования.

Воздух

4) Метод экспериментального исследования.

Статический

5) Рабочие формулы и исходные данные.

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \quad [\text{Па} \cdot \text{м}^3] \quad \nu = (m_{\text{ц}} + m_{\text{x}}) / \mu \quad [\text{моль}]$$

$$\nu = \frac{pV_{\text{ц}}}{R(t - t_*)} + \frac{pV_{\text{x}}}{R(t_{\text{x}} - t_*)} \quad [\text{моль}]$$

$$V_{\text{ц}} = \frac{\nu R(t - t_*)}{p} - \frac{V_{\text{x}}(t - t_*)}{(t_{\text{x}} - t_*)} \quad [\text{м}^3]$$

$$K = \nu R(t - t_*)$$

$$p = \frac{\nu R(t - t_*)}{V_{\text{ц}}(1 + x(t))} \approx \frac{\nu R(t - t_*)}{V_{\text{ц}}} (1 - x(t)) \quad [\text{Па}]$$

$$t_* = \lim_{1/V_{\text{ц}} \rightarrow 0} \tilde{t}_* \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$p_0 (\text{Па}) = p_0 (\text{мм. рт. ст.}) \cdot 10^{-3} \frac{\text{М}}{\text{мм}} \cdot \rho \cdot g$$

$$p = p_0 + \frac{\Delta p_1 + \Delta p_2}{2} \quad [\text{Па}]$$

$$\Delta t_* = t_* \sqrt{\left(\frac{\Delta A}{A}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C}{C}\right)^2} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad \tilde{t}_* = -\frac{c}{a} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

6-7) Измерительные приборы и схема установки.

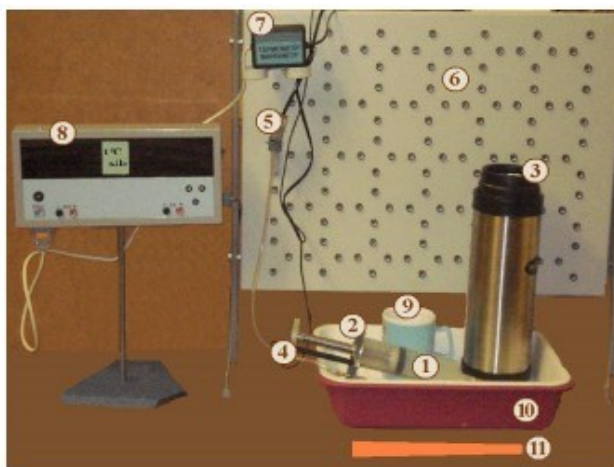


Рис.3. Состав лабораторной установки:

1. цилиндр с поршнем ;
2. опорная площадка цилиндра;
3. термостат;
4. щуп с датчиком температуры;
5. манометрический датчик;
6. стенд;
7. преобразователь сигналов;
8. цифровой измерительный прибор ПКЦ-3;
9. кружка;
10. поддон;
11. лопатка.

8) Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчётов).

$t_1 = 17.8^\circ\text{C}$

№	V , мл	$\Delta p_1$ , кПа	$\Delta p_2$ , кПа	p , кПа	1/p , кПа
1	50	-9.4	-9.5	94.15	0.0106
2	60	-25.5	-25.4	78.15	0.0128
3	70	-35.8	-35.8	67.80	0.0147
4	80	-43.4	-43.6	60.10	0.0166
5	90	-50.9	-50.9	52.70	0.0190
6	100	-55.9	-55.8	47.75	0.0209
7	110	-59.3	-59.1	44.40	0.0225
8	120	-62.9	-62.6	40.85	0.0245

$t_2 = 27.6^\circ\text{C}$

№	V , мл	$\Delta p_1$ , кПа	$\Delta p_2$ , кПа	p , кПа	1/p , кПа
1	50	-8.4	-8.4	95.20	0.0105
2	60	-22.2	-21.9	81.55	0.0123
3	70	-33.9	-33.4	69.95	0.0143
4	80	-42.3	-41.8	61.55	0.0162
5	90	-48.8	-48.6	54.90	0.0182
6	100	-54.3	-54	49.45	0.0202
7	110	-58.6	-58.6	45.00	0.0222
8	120	-62.3	-62.3	41.30	0.0242

$t_3=35.6^{\circ}\text{C}$

№	V , мл	$\Delta p_1$ , кПа	$\Delta p_2$ , кПа	p , кПа	1/p , кПа
1	50	-4.3	-4.3	99.30	0.0101
2	60	-20.3	-19.1	83.90	0.0119
3	70	-32.1	-31.1	72.00	0.0139
4	80	-40.7	-39.6	63.45	0.0158
5	90	-47.3	-46.7	56.60	0.0177
6	100	-53.3	-53.1	50.40	0.0198
7	110	-57.8	-58.1	45.65	0.0219
8	120	-61.8	-61.8	41.80	0.0239

$t_4=41.4^{\circ}\text{C}$

№	V , мл	$\Delta p_1$ , кПа	$\Delta p_2$ , кПа	p , кПа	1/p , кПа
1	50	-5.6	-5.6	98.00	0.0102
2	60	-18.6	-19.9	84.35	0.0119
3	70	-30.8	-31	72.70	0.0138
4	80	-39.6	-39.3	64.15	0.0156
5	90	-46.6	-46.6	57.00	0.0175
6	100	-52.8	-52.4	51.00	0.0196
7	110	-56.7	-56.8	46.85	0.0213
8	120	-60.8	-60.8	42.80	0.0234

$t_5=46.7^{\circ}\text{C}$

№	V , мл	$\Delta p_1$ , кПа	$\Delta p_2$ , кПа	p , кПа	1/p , кПа
1	50	-5.1	-5.1	98.50	0.0102
2	60	-17.4	-17.4	86.20	0.0116
3	70	-29.3	-28.6	74.65	0.0134
4	80	-38.5	-38.6	65.05	0.0154
5	90	-46.2	-45.4	57.80	0.0173
6	100	-51.8	-52	51.70	0.0193
7	110	-56.5	-56.7	47.00	0.0213
8	120	-60.5	-60.5	43.10	0.0232

## График зависимости $V_{ц}(1/p)$

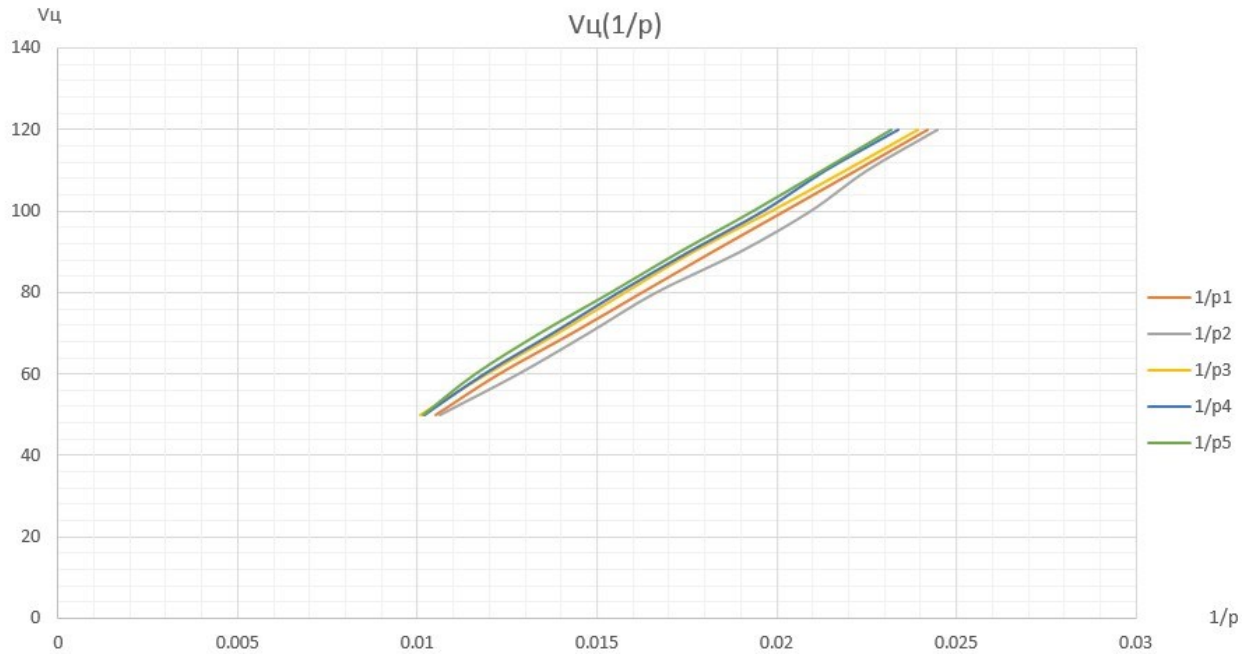


Таблица 2.1

№	t, С	K, кДж
1	17.8	5036.522
2	27.6	5074.331
3	35.6	5037.167
4	41.4	5277.529
5	46.7	5259.068

$$A = \frac{\sum_{i=1}^5 (X_i - \bar{X}) Y_i}{\sum_{i=1}^5 (X_i - \bar{X})^2}; \quad C = \bar{Y} - A \bar{X}$$

$$A=8.545; \quad C=4847.93$$

$$t_* = -\frac{C}{A} = -\frac{4847.93}{8.545} = -567.3411$$

Расчёт погрешностей:

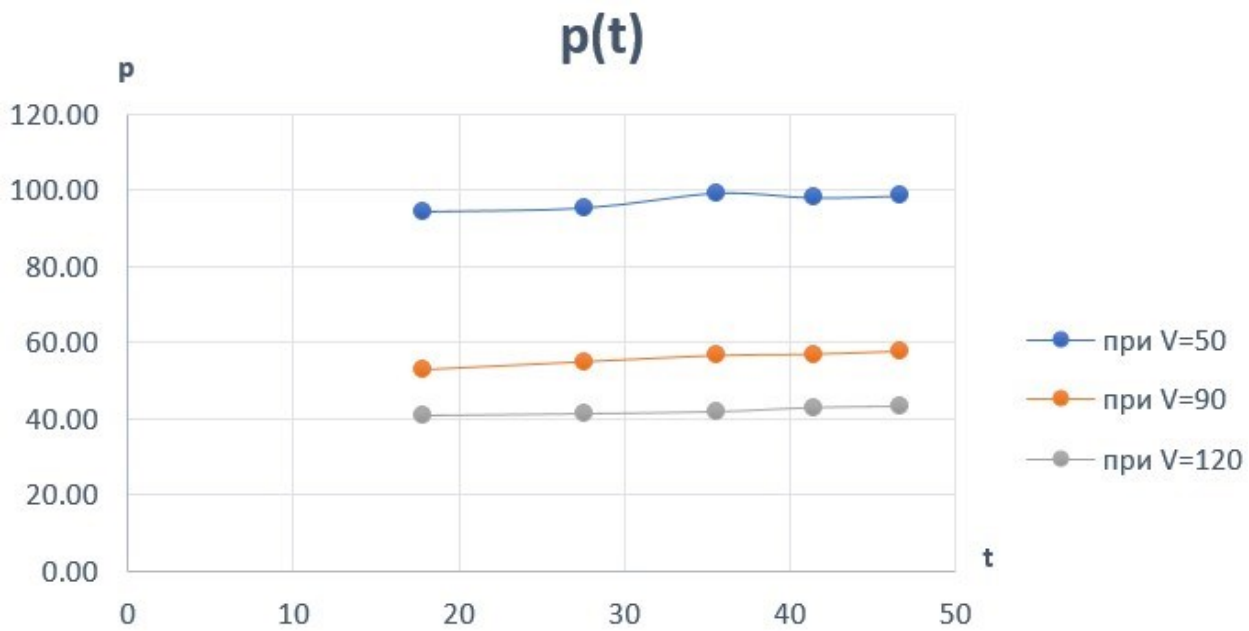
$$\Delta A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (Y_i - AX_i - C)^2}{3 \sum_{i=1}^5 (X_i - \bar{X})^2}}; \quad \Delta C = \sqrt{\left(\frac{1}{5} + \frac{\bar{X}^2}{\sum_{i=1}^5 (X_i - \bar{X})^2}\right) \sum_{i=1}^5 (Y_i - AX_i - C)^2}$$

$$\Delta A = 3.6217; \quad \Delta C = 127.952 \quad \Delta t_* = t_* \sqrt{\left(\frac{\Delta A}{A}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C}{C}\right)^2}$$

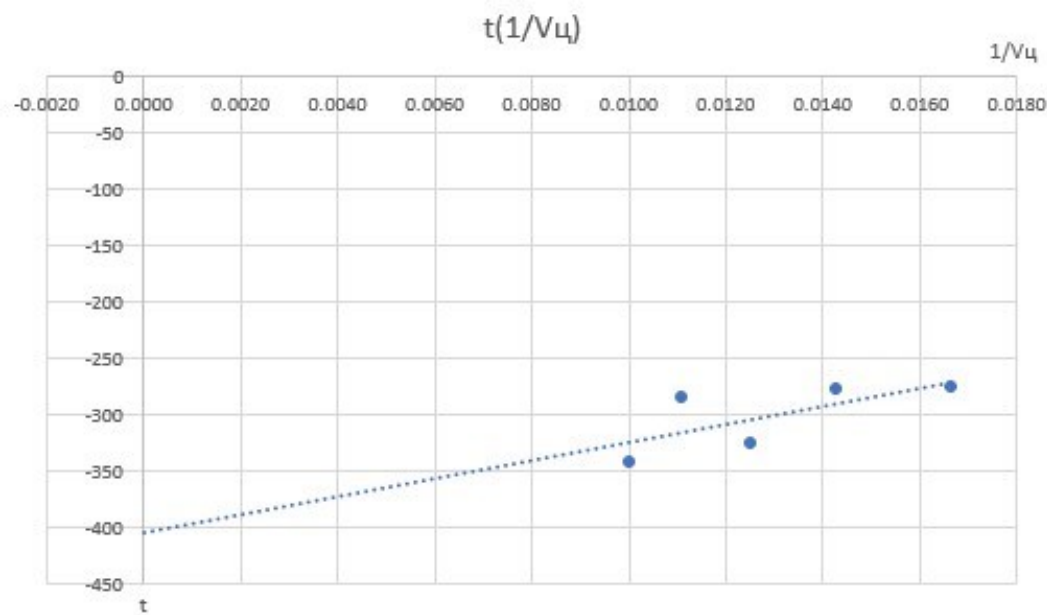
$$\Delta t_* = -567.3411 \sqrt{\left(\frac{3.6217}{8.545}\right)^2 + \left(\frac{127.952}{4847.93}\right)^2} = -240.9255$$

Таблица 2.2

$V_{ц}, \text{мл}$	50	60	70	80	90	100	110	120
$t, \text{с}$	$p, \text{кПа}$							
17.8	94.15	78.15	67.80	60.10	52.70	47.75	44.40	40.85
27.6	95.20	81.55	69.95	61.55	54.90	49.45	45.00	41.30
35.6	99.30	83.90	72.00	63.45	56.60	50.40	45.65	41.80
41.4	98.00	84.35	72.70	64.15	57.00	51.00	46.85	42.80
46.7	98.50	86.20	74.65	65.05	57.80	51.70	47.00	43.10
$1/V_{ц}, \text{мл}^{-1}$	0.0200	0.0167	0.0143	0.0125	0.0111	0.0100	0.0091	0.0083
$\tilde{t}_*, \text{с}$	-542.579	-275.442	-278.137	-325.083	-284.283	-341.23	-438.7666719	-479.671678



$A' = -0.2346; C' = -344.29$



$t_* = C' = -408.29 \text{ [}^\circ\text{C]}$

$$\Delta C' = \Delta t_* = \sqrt{\left(\frac{1}{8} + \frac{0.0127^2}{0.00011347}\right)} 12270.761 = 138.23746$$

$$t_* = (-408.29 \pm 138.23746)\text{K}$$

### Вывод:

Итак, в процессе данной лабораторной работы двумя способами была определена температура абсолютного нуля по шкале Цельсия:

1)  $t_* = (-408.29 \pm 138.23746)\text{K}$

2)  $t_* = (-567.3411 \pm 240.926)\text{K}$ , а также экспериментально проверено уравнение состояния идеального газа - График зависимости  $V_{\text{ц}}(1/p)$  для всех пяти случаев представлял собой прямую с небольшими искривлениями, обоснованными погрешностью.

Действительное значение абсолютного нуля равен -273.15 градусов по Цельсию, что входит в значение погрешности измерений. Неточности обусловлены округлением, неточностью измерительных приборов, а также человеческим фактором при получении данных.