Цель работы: изучение законов политрогических процессов и измерение молярной теплоём-кости C_V при постоянном объёме и молярной при C_p постоянном давлении, проверка соотношения Майера и расчёт показатели адиабаты V воздуха.

Теплоёмкостью тела наз-ся коэффициент пропорциональности Q и ΔT

$$C = \frac{Q}{\Delta T}\left[\frac{Q_{\text{ж}}}{\text{к}}\right]$$

Во многих термод пр. $C = const$ и такие процессы называются политрогическими.

$$pV^n = const \ , \ \text{где } n = \frac{C - C_p}{C - C_V} - \text{показатель политропы}$$

C - теплоёмкость в зад. пр.
C_p - теплоёмкость в политр. процессе где $P = const$
C_V - теплоёмкость в политр. процессе где $V = const$

Если $C = 0$, то процесс наз-ся адиабатическим :

$$n = \frac{C_p}{C_V} = \gamma$$

В соответствии с соотношением Майера для идеального газа $C_p - C_V = R$
Если система теплоизолована, то $Q = UI_o t$

<u>Термометрическое тело</u> - вещество, физические параметры которого зависит от его темпера-туры.

Термометрический признак: измеримая физ. величина, обеспечивающая определение температуры – давление газа при некотором фиксированном объёме.

Уравнение Менделеева – Клапейрона

$$pV = \nu RT \quad, \text{ где } \quad \nu = \frac{m}{\mu} \quad \begin{array}{l}\text{– масса газа} \\ \text{– молярн. масса газа}\end{array}$$

При постоянном V:

$$\Delta p \, V = \nu R \Delta T = \nu R \frac{Q}{C_V} = \nu R \frac{UI\Delta t}{C_V}$$

Т.к. C_V – измеряемый параметр при $V = const$

$$\left.\begin{array}{l} \Rightarrow C_V = UI \frac{\Delta t}{\Delta T} \\[2mm] \Delta T = \frac{V}{\nu R}\Delta p \end{array}\right\} \Rightarrow C_V = UI\frac{\Delta t \, \nu R}{\Delta p \, V}$$

$$p \Delta V = \nu R \Delta T = \nu R \frac{UI\Delta t_p}{C_p}$$

$$\Delta T = \frac{p}{\nu R}\Delta V$$

$$C_p = \frac{UI \, \nu R}{p \frac{dV}{dt}}$$

Используемое оборудование:
- цилиндр
- ключ вкл/выкл
- мультиметр
- сосуд из стекла $(V = 10\text{ л})$
- стеклянный вентиль
- манометр
- нагревательный элемент
- ёмкость от шприца с регулировкой $(V = 20...$

Практическая часть

① Таблица №1 (Вычисление C_v)

№	δt, ms	δp, mbar	I, mA	U, V
1	2489,85	1,40	0,68	4,37
2	2425,88	1,38	0,68	4,37
3	2437,53	1,40	0,68	4,37
4	2269,96	1,20	0,68	4,37
5	2735,75	1,44	0,67	4,37
6	2273,92	1,00	0,67	4,37
7	3004,52	1,60	0,67	4,37
8	2692,97	1,40	0,67	4,37
9	2369,29	1,40	0,67	4,37
10	2472,92	1,34	0,67	4,38
11	2485,53	1,58	0,66	4,37
12	2898,40	1,60	0,67	4,36
13	3036,37	1,44	0,67	4,37

Погрешность для Δp

$$\Delta p = t_p f \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(\delta p_i - \overline{\Delta p})^2}{n(n-1)}} \approx 0,1 \text{ mbar}$$

Погрешность для Δt

$$\Delta t = t_p f \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(\Delta t_i - \overline{\Delta t})^2}{n(n-1)}} = 182,9 \text{ мс}$$

Рассчитаем C_v:) $\nu = \frac{m}{M_r} = \frac{10}{22,4} \approx 0,45 n$

$$C_v = \frac{UI\partial R}{\nu \frac{dp}{dt}} = 2,03 \frac{D \ast}{k}$$

Погрешность для C_v (кось. измерений - Δz)

$$\Delta z = \sqrt{(\Delta \overline{p})^2 + (\Delta \overline{t})^2} = 0,19$$

② Таблица №2 (Вычисление C_p)

№	δt, ms	δV, ml	I, mA	U, V
1	2142,74	7,20	0,67	4,37
2	2358,12	7,70	0,67	4,36
3	3025,11	7,90	0,68	4,36
4	2298,64	7,50	0,68	4,37
5	2784,85	7,80	0,67	4,36
6	2551,38	7,80	0,67	4,36
7	2306,06	7,60	0,66	4,36
8	2449,28	7,70	0,67	4,36
9	2188,00	7,50	0,68	4,37
10	2077,73	7,30	0,67	4,37

Погрешность для ΔV

$$\Delta V = t_p f \sqrt{\sum_{i=1}^{13} \frac{(\Delta V_i - \overline{\Delta V})^2}{n(n-1)}} = 0,23 \text{ мл}$$

Погрешность для $\Delta t'$

$$\Delta t = t_p f \sqrt{\sum \frac{(\Delta t_i - \overline{\Delta t})^2}{n(n-1)}} \approx 170,84 \text{ мс}$$

Рассчитаем c_p:

$$c_p = \frac{UIDR}{\rho \frac{dV}{dt}} = 3,577$$

Погрешность для c_p (пусть зн. — Δz):

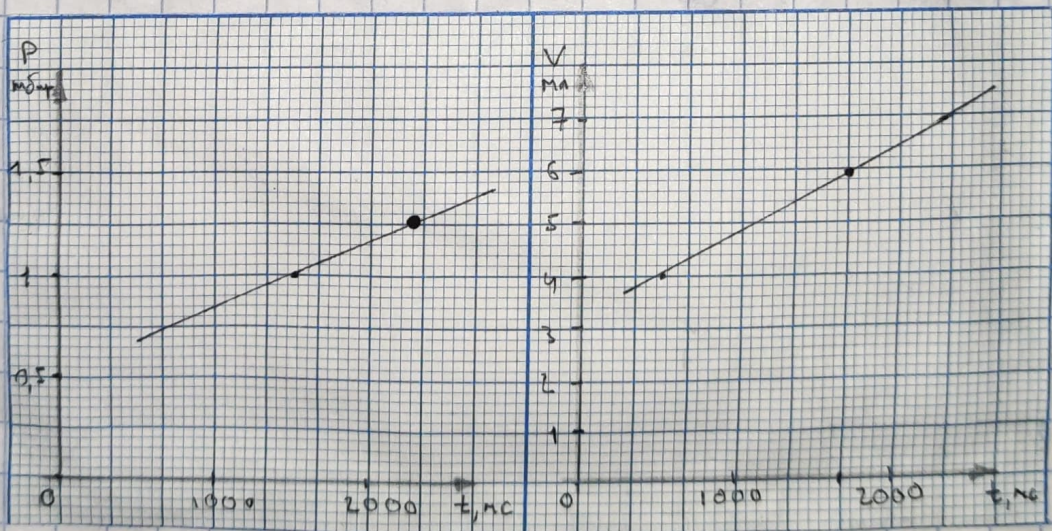$$\Delta z = \sqrt{(\Delta V)^2 + (\Delta t)^2} = 0,287$$

③ Проверка соотн-я Майера:

$$c_p - c_v = R \Leftarrow 3,577 - 2,03 = 1,547$$

Показатель адиабаты:

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v} = 1,76$$

④ Графики $p(t)$ и $V(t)$:

Вывод: Мы получили в экс. условиях значение c_p и c_v (от близки к реальным). Однако соотношение Майера для них не выполняется, даже если макс погрешность. Значит в эксперимент. условиях получить <u>точные</u> зн-я <u>не возможно</u>.