

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Кафедра общей и технической физики

## Отчет по лабораторной работе №8

По дисциплине: Физика  
(наименование учебной дисциплины согласно учебному плану)

Тема: Термодинамика. Политропный процесс

Выполнил: ст. гр. \_\_\_\_\_ П  
(группа) (подпись) (Ф.И.О.)

ОЦЕНКА: \_\_\_\_\_

Дата:

ПРОВЕРИЛ: \_\_\_\_\_  
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Санкт-Петербург  
2023 год

**Цель работы:** изучить законы идеального газа, основные положения классической теории теплоёмкости и определить показатель адиабаты методом Клемона-Дезорма.

**Явление, изучаемое в работе:** адиабатическое расширение газа

### Краткие теоретические сведения

**Термодинамическая система** – совокупность макроскопических тел, выбранных к рассмотрению, которые могут обмениваться между собой и окружающей средой (т. е. с телами, не принадлежащими системе) энергией и веществом.

**Идеальный газ** — это газ, в котором взаимодействие между молекулами пренебрежимо мало, а размеры молекул много меньше размеров сосуда.

Общий вид уравнения состояния термодинамической системы

$$F(P, V, T) = 0$$

Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона)

$$PV = \nu RT$$

где  $R$  – универсальная газовая постоянная,  $R = 8,31$  Дж / (моль · К);  $\nu$  - количества вещества,  $[\nu]=\text{моль}$ ;  $P$  – давление,  $[P]=\text{Па}$ ;  $V$  – объём,  $[V]=\text{м}^3$

Таблица 1

| Процесс | Изобарный          | Изохорный          | Изотермический    |
|---------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Закон   | Гей-Люссака        | Шарля              | Бойля-Мариота     |
| Признак | $p=\text{const}$   | $V = \text{const}$ | $T=\text{const}$  |
| Запись  | $V/T=\text{const}$ | $p/V=\text{const}$ | $pV=\text{const}$ |

**Теплоемкостью системы тел (тела)** называется физическая величина, характеризующая количество теплоты, которое нужно затратить для изменения температуры системы тел (тела) на один Кельвин.

**Политропный процесс** - термодинамический процесс, при котором теплоемкость тела остаётся постоянной.

**Адиабатический процесс** — это политропный процесс, при котором отсутствует теплообмен между системой и окружающей средой.

**Адиабата** - график зависимости между параметрами состояния идеального газа при  $\Delta Q=0$ .

**Законы и соотношения, на основании которых выведена расчётная формула:**

**Уравнение адиабатического процесса (Пуассона):**

$$P V^\gamma = \text{const} ,$$

где  $P$  – давление,  $[P]=\text{Па}$ ;  $V$  – объём,  $[V]=\text{м}^3$ ;  $\gamma$  – коэффициент Пуассона.

### Схема установки

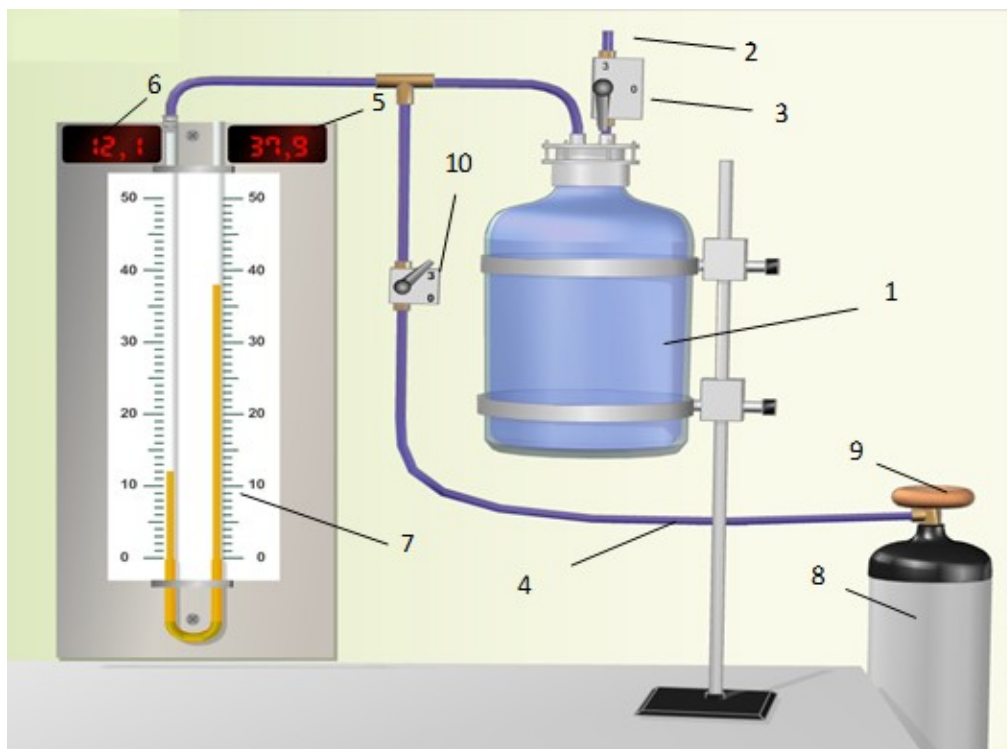


Рис. 2 Внешний вид экспериментальной установки.

1 – стеклянный сосуд, 2 и 4 – магистрали, 3 – выпускной кран, 5 и 6 – цифровое табло, 7 – жидкостной манометр, 8 – баллон, 9 – редуктор, 10 – выпускной кран

### Основные расчетные формулы

$$\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2} - \text{основная расчётная формула, где}$$

$\gamma$ - показатель адиабаты

$h_1$ - избыточное давление, созданное накачиванием, [ $h_1$ ] = мм

$h_2$ - давление, установившееся после выхода воздуха, [ $h_2$ ] = мм

### Погрешность прямых измерений

Таблица 2

| № | Название прибора | Предел измерений | Число делений | Цена делений | Класс точности | Абсолютная приборная погрешность |
|---|------------------|------------------|---------------|--------------|----------------|----------------------------------|
| 1 | Манометр         | 50 мм            | 50            | 1 мм         |                | 1 мм                             |

$$\Delta h_1 = \Delta h_2 = 1 \text{ мм}$$

### Формулы для расчета погрешностей косвенных измерений

$$\varepsilon_\gamma = \sqrt{\left(\frac{1}{h_{1n}} * \Delta h_1\right)^2 + \left(\frac{1}{h_{2n}} \Delta h_2\right)^2}$$

$$\Delta \gamma = \varepsilon_\gamma * \bar{\gamma}$$

## Результаты измерений и вычислений:

Таблица 3

| Физ. величина     | $h_1$ | $h_2$ | $h_1-h_2$ | $\gamma$ |
|-------------------|-------|-------|-----------|----------|
| Единица измерения | см    | см    | см        |          |
| 1                 | 9,2   | 2,8   | 6,4       | 1,4375   |
| 2                 | 10,8  | 3,2   | 7,6       | 1,421    |
| 3                 | 10,2  | 3,2   | 7         | 1,457    |
| 4                 | 9,6   | 2,9   | 6,7       | 1,433    |
| 5                 | 6,4   | 2     | 4,4       | 1,45     |
| 6                 | 11,2  | 3,2   | 8         | 1,4      |
| 7                 | 6,6   | 2     | 4,6       | 1,435    |
| 8                 | 17,2  | 4,8   | 12,4      | 1,387    |
| 9                 | 4,2   | 1,2   | 3         | 1,4      |
| 10                | 5,8   | 1,8   | 4         | 1,45     |

## Примеры вычислений

### Вычисление физических величин

$$\gamma_1 = \frac{h_{1,1}}{h_{1,1} - h_{2,1}} = \frac{92 \text{ мм}}{64 \text{ мм}} = 1,4375$$

$$\bar{\gamma} = \frac{1,4375 + 1,421 + \dots + 1,45}{10} = 1,427$$

### Вычисление погрешности косвенных измерений:

$$\varepsilon_{\gamma} = \sqrt{\left(\frac{1}{h_1} \Delta h_1\right)^2 + \left(\frac{1}{h_2} \Delta h_2\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{92}\right)^2 + \left(\frac{1}{64}\right)^2} = 0,019 \text{ или } 1,9\%$$

$$\Delta \gamma = \varepsilon_{\gamma} * \bar{\gamma} = 0,019 * 1,427 = 0,027$$

Теоретическое значение коэфф.Пуассона:  $\gamma = 1,40$

Окончательный результат:  $\gamma = 1,43 \pm 0,03$

## Анализ полученного результата

В ходе выполнения лабораторной работы мной было получено значение коэффициента Пуассона, равное  $\gamma = 1,43 \pm 0,03$ . При сравнении практически полученного и теоретического значений коэффициента можно увидеть небольшое расхождение. Следовательно, можно утверждать, что измерения в рамках данного эксперимента проведены с относительной точностью.