

**Полное название университета**

.....  
.....

**Название кафедры**

.....

*Лабораторная работа № .....*

**Название лабораторной работы**

**Номер установки 3**

Выполнил: обучающийся

группы .....

Фамилия И.О. студента

Проверил:

(преподаватель или доцент)

кафедры .....

Фамилия И.О. преподавателя

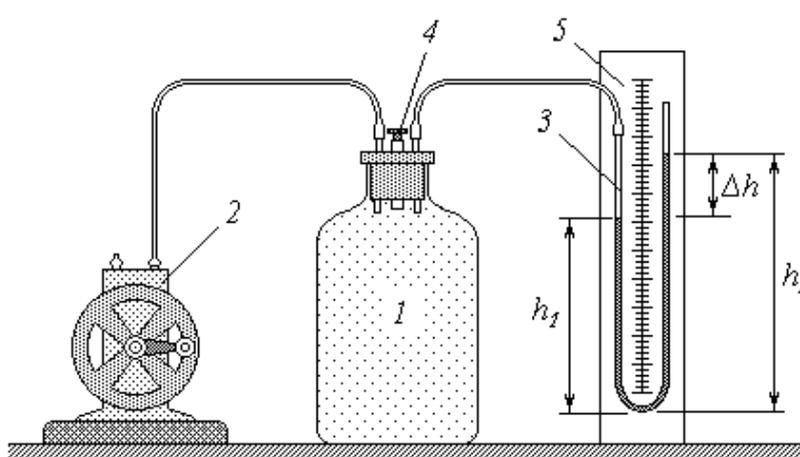
## Лабораторная работа 2.2

### Определение отношения теплоемкостей газа методом адиабатического расширения

#### Цель работы

- 1) изучение первого начала термодинамики в различных изопроцессах;
- 2) экспериментальное определение показателя адиабаты для воздуха.

#### Схема экспериментальной установки



- 1 – сосуд с воздухом;  
2 – насос;  
3 – манометр;  
4 – пробка;  
5 – линейка

#### **Выполнение работы**

1. Открываем сосуд 1 с воздухом, вынув пробку 4. Дождавшись установления постоянных одинаковых уровней воды в манометре 3, закрываем сосуд.

2. Вращая рукоятку насоса 2 (*кнопка сжатие*), следим за манометром. По достижении разности уровней около 15-20 см прекращаем накачивать воздух (*в противном случае может произойти выброс воды из открытого колена манометра!*).

3. Наблюдаем показания манометра в течение двух-трех минут (разность уровней должна уменьшаться). После установления неизменной разности уровней измеряем и заносим в **Таблицу** значения  $h_1^I$  и  $h_2^I$ . Затем рассчитываем по формуле

$$\Delta h_I = h_2^I - h_1^I$$

и записываем в таблицу перепад  $\Delta h_I$ .

Таблица

Номер опыта	$h_1^I$ , мм	$h_2^I$ , мм	$\Delta h_I$ , мм	$h_1^{II}$ , мм	$h_2^{II}$ , мм	$\Delta h_{II}$ , мм	$\gamma$	$\Delta\gamma$	$(\Delta\gamma)^2$
1	127	221	94	162	186	24	1.34	0	0
2	136	212	76	164	184	20	1.35	0.01	0.0001
3	138	211	73	166	183	17	1.30	-0.04	0.0016
4	143	205	62	167	182	15	1.32	-0.02	0.0004
5	152	198	46	169	181	12	1.35	0.01	0.0001
6	155	195	40	170	180	10	1.33	-0.01	0.0001
7	158	193	35	170	179	9	1.35	0.01	0.0001
8	159	191	32	171	179	8	1.33	-0.01	0.0001
9	160	189	29	171	179	8	1.38	0.04	0.0016
10	162	188	26	172	179	7	1.38	0.04	0.0016
							$\bar{\gamma} = 1.34$		$\sum_{i=1}^{10} (\gamma_i - \bar{\gamma})^2 = 0.0057$

4. Вынув пробку, открываем и быстро закрываем сосуд (нажав на кнопку *расширение*). Следим за показаниями манометра (разность уровней должна увеличиваться). Выждав две-три минуты до установки постоянного перепада давлений, измеряем и заносим в таблицу значения  $h_1^{II}$  и  $h_2^{II}$ . Затем по формуле

$$\Delta h_{II} = h_2^{II} - h_1^{II}$$

рассчитываем и записываем установившуюся разность уровней  $\Delta h_{II}$ .

5. Повторяем измерения, описанные в пп. 1-4, еще девять раз.

6. Для каждого из десяти проведенных опытов вычисляем по формуле

$$\gamma = \frac{\Delta h_I}{\Delta h_I - \Delta h_{II}},$$

и заносим в таблицу значения показателя адиабаты  $\gamma$ .

7. Находим среднее значение показателя адиабаты  $\bar{\gamma}$ .

8. Выполняем все расчеты, необходимые для оценки случайной погрешности определения показателя адиабаты  $\gamma$ .

Для упрощения оценочного расчета мы будем использовать формулы для случайной ошибки прямого измерения.

Задаваясь доверительной вероятностью  $\alpha = 0.95$ , рассчитываем случайную погрешность  $\Delta_s \eta$ .

$$\sigma_\gamma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\gamma_i - \bar{\gamma})^2}{10 \cdot 9}} \approx \sqrt{\frac{0.0057}{10 \cdot 9}} \approx 0.0080$$

Доверительная вероятность  $\alpha = 0.95$

Коэффициент Стьюдента при  $n=10$  измерений есть

$$t_{n,\alpha} = 2.26$$

Случайная погрешность равна

$$\Delta_s \gamma = t_{n,\alpha} \cdot \sigma_\gamma = 2.26 \cdot 0.0080 = 0.018$$

Определите абсолютную приборную ошибку прямых измерений показаний манометра  $\delta l$ :

Определяем абсолютную приборную ошибку прямого измерения высоты уровней воды в манометре  $\delta h$ :

$$\delta l = 0.5 \text{ мм} = 0.0005 \text{ м}$$

а также относительные ошибки по формулам

$$E_1 = \frac{2\delta h}{\min(\Delta h_I)} \quad \text{и} \quad E_2 = \frac{4\delta h}{\min(\Delta h_I - \Delta h_{II})}$$

$$E_1 = \frac{2\delta h}{\min(\Delta h_I)} = \frac{2 \cdot 0.5}{26} \approx 0.039$$

$$E_2 = \frac{4\delta h}{\min(\Delta h_I - \Delta h_{II})} = \frac{4 \cdot 0.5}{26 - 7} \approx 0.11$$

9. Находим абсолютную приборную погрешность косвенного измерения показателя адиабаты  $\delta \gamma$ . Для этого используем формулу

$$\delta \gamma = \bar{\gamma} \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = 1.34 \cdot \sqrt{0.039^2 + 0.11^2} \approx 0.16$$

10. Вычисляем полную погрешность

$$\Delta \gamma = \sqrt{\delta \gamma^2 + \Delta_s \gamma^2} \approx 0.16$$

11. Записываем ответ:

$$\boxed{\gamma = \bar{\gamma} \pm \Delta \gamma = 1.34 \pm 0.16}$$