

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра физики

Отчет

по лабораторной работе № 3

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ МОЛЯРНЫХ ТЕПЛОЕМКОСТЕЙ C_p/C_v
ДЛЯ ВОЗДУХА»

Выполнил ст. группы

(Ф.И.О.)

Преподаватель

(Ф.И.О.)

	Дата	Роспись
Допуск		
Отчет		

Цель работы: экспериментальное определение показателя адиабаты для воздуха

Описание экспериментальной установки

На рис.1 показан экран программы, предназначенной для проведения лабораторной работы на основе компьютерной модели. В большом сосуде с помощью насоса создают избыточное давление воздуха, после чего на короткое время открывают клапан, соединяющий сосуд с атмосферой - процесс установления равновесия считается адиабатным. По величине давления, установившегося после закрытия клапана и наступления термодинамического равновесия, находят показатель адиабаты.

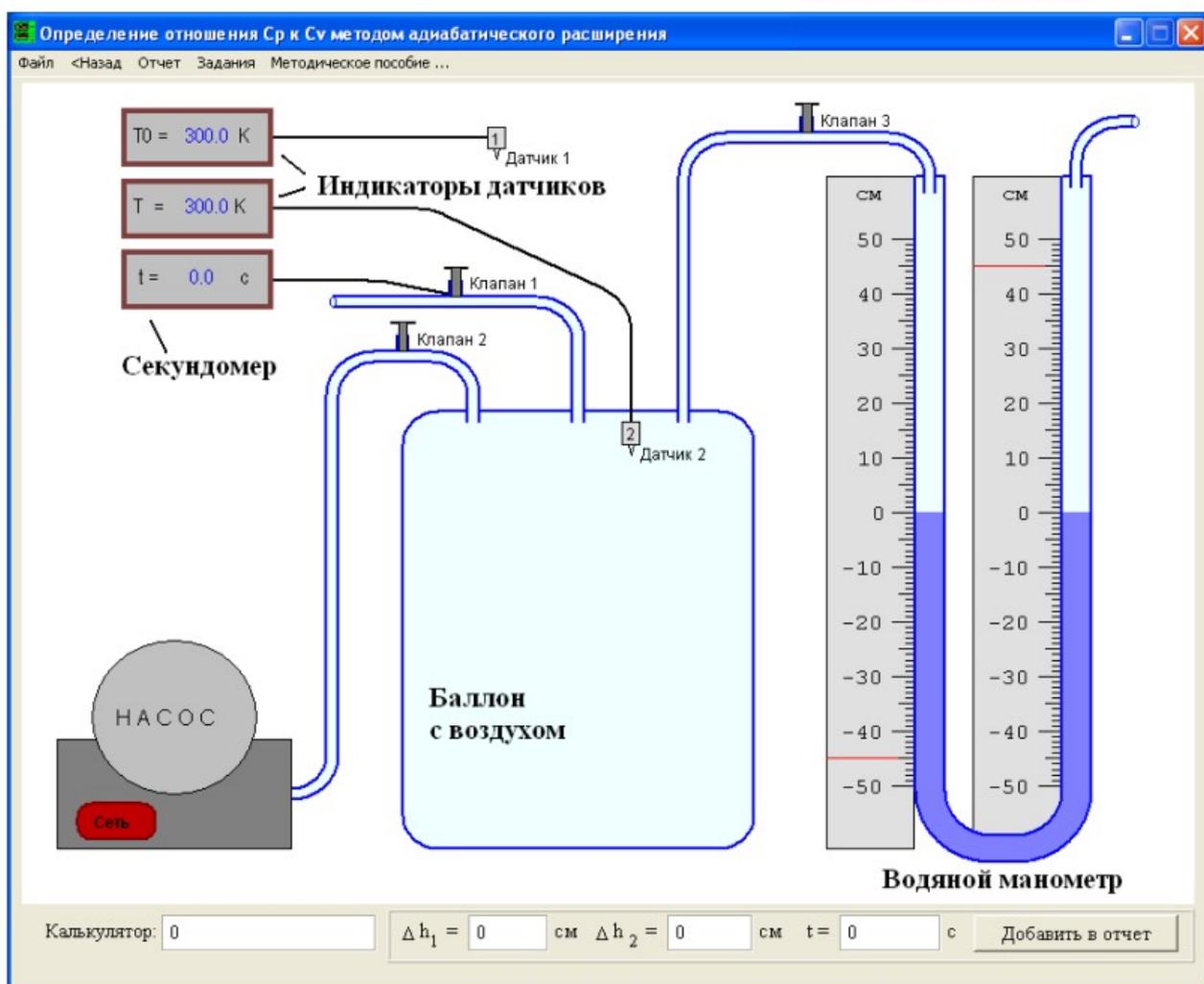


Рис. 1 Главное окно программы и схема экспериментальной установки

Основными частями экспериментальной установки (рис.1) являются:

- баллон, наполненный воздухом;
- водяной манометр;
- подсоединённый к баллону насос;

- два датчика температуры с индикаторами;
- секундомер;
- три клапана.

Клапан 1 соединяет баллон с атмосферой. Поперечное сечение Клапана 1 велико. При его открывании процесс установления атмосферного давления в баллоне происходит достаточно быстро. Это быстрое изменение давления происходит практически без теплообмена с окружающей средой, и процесс, происходящий с воздухом в баллоне при открывании Клапана 1 можно считать адиабатным. С помощью Клапана 2 баллон может быть соединен с компрессором, накачивающим воздух в баллон. Клапан 1 в данной работе не используется.

Результаты выполнения работы

В начале запишем условий проведения опыта:

- атмосферное давление $p_0=1033$ см водяного столба
- Температура в лаборатории $T_0=300$ K

Приборными погрешностями секундомера (Δt) пренебрегаем, так как процессы достаточно медленные. Приборные погрешности уровней жидкости $\Delta h=0.5$ см

Результаты измерений разниц уровней жидкостей в манометре в начале и в конце (после открытия клапана) и времени.

<i>№</i>	$\Delta H_1, \text{см}$	$\Delta H_2, \text{см}$	<i>t, с</i>
<i>1</i>	<i>60</i>	<i>16</i>	<i>1.9</i>
<i>2</i>	<i>60</i>	<i>16</i>	<i>4.1</i>
<i>3</i>	<i>60</i>	<i>14</i>	<i>6.1</i>
<i>4</i>	<i>60</i>	<i>13</i>	<i>8.1</i>
<i>5</i>	<i>60</i>	<i>12</i>	<i>9.9</i>

Построили график зависимость логарифма давления от времени

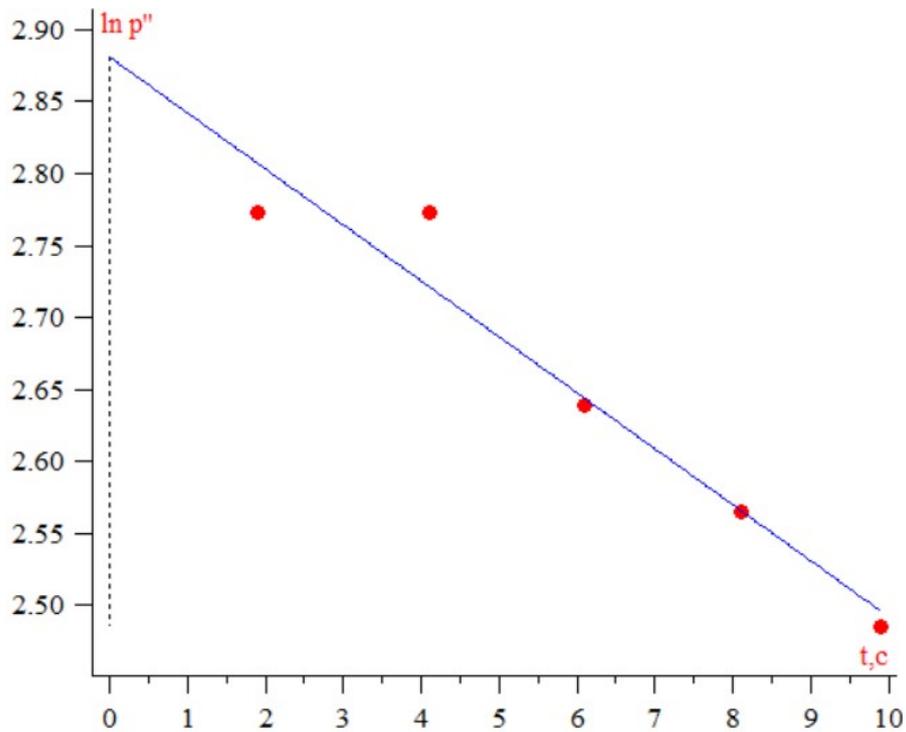


Рис. 2. Зависимость логарифма давления от времени

Результаты обработки по методу наименьших квадратов, получаем:

$\ln p''(t) = at + b$ вычислили параметры $a = -0.039 \pm 0.010$, $b = 2.881 \pm 0.028$

По этим параметрам найдите наиболее вероятное значение $\ln p'' = 2.881$

и вычислили по нему $p'' = 17.8321$ см вод. ст.

По полученным результатам вычислим показатель адиабаты по формуле:

$$\gamma = \frac{p'}{p' - p''}$$

$$\gamma = \frac{60}{60 - 17.8321} = 1.4229$$

Расчет погрешностей

Вычисли погрешность нахождения p' по формуле:

$$\Delta p' = \Delta h \sqrt{2} = 0.7071 \text{ см}$$

По погрешностям коэффициентов при проведении графика оценили погрешность $\Delta(\ln p'') = 0,028$ и вычислили погрешность p'' по формуле:

$$\Delta p'' = p'' \Delta(\ln p'') = 17.8321 * 0.028 = 0,4993 \text{ см вод. ст.}$$

Нашли относительную и абсолютную погрешности нахождения γ :

$$\delta\gamma = \frac{\Delta p'}{p'} \sqrt{\frac{\Delta p'^2}{p'^2} + \frac{\Delta p''^2}{p''^2}} = \frac{0.7071}{60} \sqrt{\frac{0.49999}{3600} + \frac{0.2493}{317.9838}} = 0,01285$$

$$\Delta\gamma = \delta\gamma \cdot \gamma = 0.01285 \cdot 1.4229 = 0.01828$$

Окончательно получаем: $p' = (60.0 \pm 0.5) \text{ см вод ст}$, $p'' = (17.8 \pm 0.5) \text{ см вод ст}$
 $\gamma = 1.423 \pm 0.018$ доверительный интервал: $1.405 < \gamma < 1.441$, теоретическое значение γ для воздуха 1.4 попадает в найденный доверительный интервал.

Вывод: в данной лабораторной работе мы изучали адиабатный термодинамический процесс, происходящий в термодинамической системе без подвода теплоты. Построили график зависимости логарифма давления от времени. Методом наименьших квадратов получили наиболее вероятное значение $\ln p'' = 2.881$ и вычислили по нему давление $p'' = (17.8 \pm 0.5) \text{ см вод ст}$.

Экспериментально удалось определить показатель адиабаты $\gamma = 1.423 \pm 0.018$, данное значение хорошо согласуется с показателем для воздуха 1.4.