

Лабораторная работа 2.1.3

Гришаев Григорий С01-119

17 апреля 2022 г.

Цель работы: определение отношения C_p/C_v углекислого газа по измерениям давления в стеклянном сосуде. Измерения производятся сначала после адиабатического расширения газа а затем после нагревания сосуда и газа до комнатной температуры.

В работе используются: стеклянный сосуд; U-образный жидкостный манометр; резиновая груша; газгольдер с углекислым газом.

Экспериментальная установка. Используемая для опытов экспериментальная установка состоит из стеклянного сосуда А (объёмом около 20 л), снабженного краном К, и U-образного жидкостного манометра, измеряющего избыточное давление газа в сосуде. Схема установки показана на Рис. 1.

Избыточное давление создаётся с помощью резиновой груши, соединённой с сосудом трубкой с краном 1.

В начале опыта в стеклянном сосуде А находится исследуемый газ при комнатной температуре T_1 и давлении P_1 , несколько превышающем атмосферное давление P_0 . После открытия крана К, соединяющего сосуд А с атмосферой, давление и температура газа будут понижаться. Это уменьшение температуры приближённо можно считать адиабатическим.

Для адиабатического процесса можно записать следующее уравнение:

$$\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\gamma}, \quad (1)$$

где индексом "1" обозначено состояние после повышения давления в сосуде и выравнивания температуры с комнатной, а индексом "2" — сразу после открытия крана и выравнивания давления с атмосферным.

После того, как кран К вновь отсоединит сосуд от атмосферы, происходит медленное изохорическое нагревание газа со скоростью, определяемой теплопроводностью стеклянных стенок сосуда. Вместе с ростом температуры растёт и давление газа. За время порядка Δt_T (время установления температуры) система достигает равновесия, и установившаяся температура газа T_3 становится равной комнатной температуре T_1 .

Тогда используя закон Гей-Люссака для изохорического процесса и уравнение (1) найдём γ :

$$\gamma = \frac{\ln(P_1/P_0)}{\ln(P_1/P_3)}. \quad (2)$$

С учётом того, что $P_i = P_0 + \rho gh_i$ и пренебрегая членами второго порядка малости получим из (2):

$$\gamma \approx \frac{h_1}{h_1 - h_2}. \quad (3)$$

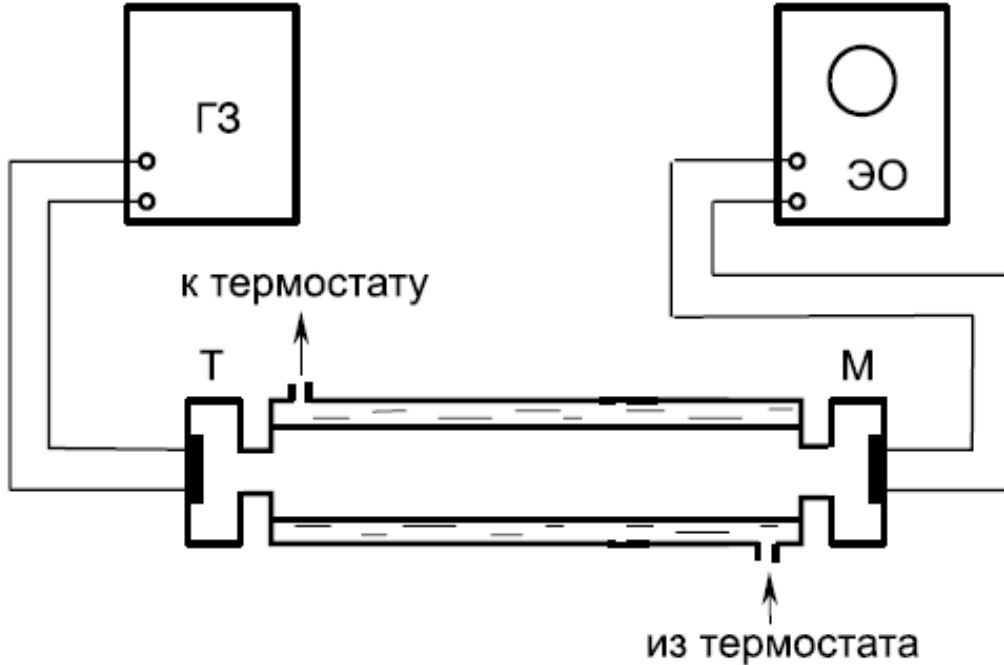


Рис. 1: Установка для определения C_p/C_v методом адиабатического расширения газа

Ход работы

1. Перед началом работы убедимся в том, что краны и места соединений трубок достаточно герметичны. Для этого нужно наполнить баллон углекислым газом до давления, превышающего атмосферное и перекроем кран 1. По U-образному манометру снимем зависимость давления h в баллоне от времени t и построим график зависимости $h = f(t)$. Из графика определим время установления термодинамического равновесия Δt_T . Стабильное избыточное давление воздуха h_1 в баллоне должно быть тщательно измерено.

2. Откроем кран К на короткое время и закроем его снова. Подождём, пока уровень жидкости в манометре перестанет изменяться. Это произойдёт, когда температура газа в сосуде сравняется с комнатной, примерно через время Δt_T . Запишем разность уровней жидкости в манометре h_2 . Проведём серию из 5–8 измерений сначала для времени открытия крана $\Delta t = 0,5$, а затем для $\Delta t \approx 1,0$, $\Delta t \approx 1,5$. По полученным данным вычислим используя формулу (3) вычислим γ и построим график зависимости $\gamma(\Delta t)$.

Таблица 1: Экспериментальные данные для $\Delta t = 0,5$

№	h_1 , см	h_2 , см	γ
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
		$\gamma =$	$\sigma_{,\gamma} =$

Таблица 2: Экспериментальные данные для $\Delta t = 1,0$

№	h_1 , см	h_2 , см	γ
1			
2			
3			
4			
5			
		$\gamma = 1.155$	$\sigma_{,\gamma} = 0.003$

Таблица 3: Экспериментальные данные для $\Delta t = 2,0$

№	h_1 , см	h_2 , см	γ
1			
2			
3			
4			
5			
6			
		$\gamma = 1.124$	$\sigma_{,\gamma} = 0.007$

