Лабораторная работа 1 . 1 2  
1. Цель работы: Определение отношения удельных тепло-  
емкостей воздуха  
2. Что такое молярная и удельная теплоемкости ?  
 Молярная теплоемкость (C):  
Молярная теплоемкость измеряет количество тепла,   
которое необходимо передать одному молекуле или   
одному молю вещества, чтобы повысить его температуру   
 на 1 градус Цельсия (или 1 Кельвин).  
 Единицей измерения молярной теплоемкости   
 является джоуль на моль в градус Цельсия (J/(mol·°C))  
 Удельная теплоемкость измеряет количество тепла,   
которое необходимо передать одному грамму вещества,   
чтобы повысить его температуру на 1 градус Цельсия   
(или 1 Кельвин). (с.1)

Единицей измерения удельной теплоемкости   
является джоуль на грамм в градус Цельсия (J/(g·°C)).  
3. Какие и сколько теплоемкостей различают у газа ?  
 У газов существует несколько различных теплоемкостей,   
и количество их зависит от условий процесса.   
 Важными теплоемкостями для газов являются:  
1. Удельная теплоемкость при постоянном объеме (Cv):  
Эта теплоемкость измеряет количество тепла, необходимое   
для изменения температуры газа при постоянном объеме.  
 Удельная теплоемкость при постоянном объеме   
 обозначается как Cv и измеряется в джоулях на грамм   
 в градус Цельсия (J/(g·°C)) или джоулях на моль   
 в градус Цельсия (J/(mol·°C)). (с.2)

2. Удельная теплоемкость при постоянном давлении Cp:  
Эта теплоемкость измеряет количество тепла, необходимое   
для изменения температуры газа при постоянном давлении.  
 Удельная теплоемкость при постоянном давлении обоз-  
 начается как Cp и также измеряется в джоулях на грамм   
в градус Цельсия (J/(g·°C)) или джоулях на моль в градус   
 Цельсия (J/(mol·°C)).  
3. Молярная теплоемкость при постоянном объеме (Cv):  
 Это аналогичное значение, но измеряется для молекулы  
 или моля вещества при постоянном объеме.  
 Молярная теплоемкость при постоянном объеме обоз-  
 начается как Cv и измеряется в джоулях на моль   
 в градус Цельсия (J/(mol·°C)).  
 4. Молярная теплоемкость при постоянном давлении (Cp):  
Это аналогичное значение, но измеряется для молекулы   
или моля вещества при постоянном давлении. (с.3)

Молярная теплоемкость при постоянном давлении   
обозначается как Cp и измеряется в джоулях на моль   
 в градус Цельсия (J/(mol·°C)).  
 Количество теплоемкостей для газов может быть запу-  
танным, так как они зависят от условий процесса   
( постоянный объем или постоянное давление),   
но они имеют важное значение при рассмотрении   
термодинамических процессов и уравнений состояния газов,   
таких как уравнение состояния идеального газа.  
 4. Какая теплоемкость больше и почему ?   
 Уравнение Р. Майера.  
 Теплоемкость при постоянном давлении (Cp)   
обычно больше, чем теплоемкость при постоянном объеме   
(Cv) для большинства веществ, и это связано с тем,   
как энергия тепла распределяется при изменении   
температуры в разных условиях. (с.4)

Уравнение Майера (или уравнение теплоемкости)   
объясняет эту разницу и выглядит следующим образом:  
Cp - Cv = R  
где:  
Cp - теплоемкость при постоянном давлении.  
Cv - теплоемкость при постоянном объеме.  
R - универсальная газовая постоянная.  
 Уравнение Майера показывает, что разница между тепло-  
емкостями при постоянном давлении и постоянном объеме   
равна универсальной газовой постоянной R. Это уравнение   
имеет фундаментальное значение в термодинамике газов.  
 Почему Cp обычно больше Cv? Это связано с тем,   
что при постоянном давлении часть добавленного тепла   
идет на выполнение работы с расширением газа   
(поддержание постоянного давления), что увеличивает   
общее количество тепла, необходимого для изменения   
температуры. (с. 5)

При постоянном объеме работа с расширением отсутствует,   
поэтому вся добавленная энергия идет на увеличение   
температуры, что приводит к меньшей теплоемкости Cv.  
 Различие в теплоемкостях Cp и Cv важно   
 для понимания термодинамических процессов,  
 таких как изменение температуры и давления в газах.  
 5. Формулы Cv и Cp через число степеней свободы.  
 Молярные теплоемкости при постоянном объеме (Cv)   
и при постоянном давлении (Cp) могут быть выражены   
через число степеней свободы (N) с использованием   
следующих формул:  
Cv = (N / 2)R  
Cp = ((N + 2) / 2)R  
Где:  
Cv - молярная теплоемкость при постоянном объеме,  
Cp - молярная теплоемкость при постоянном давлении,  
N - число степеней свободы молекул вещества, (с.6)

R - универсальная газовая постоянная ( R = 8.314 )   
Дж/(моль·К) или R = 0.0821 л·атм/(моль· К)).  
Число степеней свободы (N) зависит от молекулярной   
структуры вещества и определяется числом способов,   
которыми молекулы могут хранить энергию (кинетическую   
и потенциальную) в виде трансляционных, ротационных   
и вибрационных движений. Например, для монатомных   
идеальных газов, таких как атомы инертных газов   
(например, гелий, неон), N = 3, т.к. у них есть только   
трансляционные степени свободы. Для двухатомных   
молекул, таких как азот (N) или кислород (O), N = 5,   
т.к., помимо трансляционных, есть также ротационные степени свободы.  
 Таким образом, зная число степеней свободы молекул   
вещества, можно вычислить молярные теплоемкости  
 при постоянном объеме и при постоянном давлении  
 с использованием указанных формул. (с.7)

6. Сколько и какие степени свободы у одно- , двух-   
и трех- атомного газа ?  
Одноатомный газ: 3 степени свободы.  
Двухатомный газ: 5 степеней свободы.  
Трехатомный газ: 10 степеней свободы.  
7. Записать показатель адиабаты y=Cp/Cy   
через число степеней свободы.  
Показатель адиабаты (γ) можно записать через число   
степеней свободы (N) следующим образом:  
γ = (Cp / Cv)  
Из предыдущего ответа мы знаем, что  
Cv = (N / 2) R  
Cp = ((N + 2) / 2)R  
Теперь мы можем выразить γ через N:  
γ = ((N + 2) / (N / 2)) = ((N + 2) \* 2 / N) = (2N + 4) / N  
 (с.8)

Таким образом, показатель адиабаты γ можно записать   
как (2N + 4) /N в зависимости от числа степеней   
свободы (N).  
 8. Каким способом вы определили Cp/Cy  
Для определения отношения Cp/Cv (показатель ади-  
абаты, обозначаемый γ), можно использовать уравнения,   
связанные с молярными теплоемкостями при постоянном   
давлении (Cp) и при постоянном объеме (Cv).  
Сначала мы знаем, что:  
Cp = ((N + 2) / 2)R  
Cv = (N / 2)R  
где:  
Cp - молярная теплоемкость при постоянном давлении.  
Cv - молярная теплоемкость при постоянном объеме.  
N - число степеней свободы молекулы.  
R - универсальная газовая постоянная. (с.9)

Исходя из этих уравнений, мы можем записать отношение   
Cp/Cv как:  
Cp/Cv = ((N + 2) / 2)R / (N / 2)R  
R сокращается в числителе и знаменателе, и у нас остается:  
Cp/Cv = ((N + 2) / (N / 2))  
 Далее, для упрощения выражения, мы можем умножить   
верхнюю и нижнюю части на 2, получая:  
Cp/Cv = (2(N + 2) / N)  
 Таким образом, отношение Cp/Cv (показатель ади-  
абаты, γ) выражается как (2(N + 2) / N) в зависимости   
от числа степеней свободы (N).  
 9. Какие процессы при этом осуществлялись над газом ?  
Показатель адиабаты (γ) определяется для газа   
в зависимости от того, какие процессы происходили над   
этим газом. Для расчета показателя адиабаты обычно   
рассматривают два типа процессов: (с.10)

Адиабатический процесс (постоянное Q):  
 В адиабатическом процессе не происходит обмена теплом   
между системой (газом) и окружающей средой.  
 В этом случае изменение теплоемкости при постоянном   
объеме (Cv) и при постоянном давлении (Cp)   
играет важную роль.  
Показатель адиабаты γ определяется как отношение   
Cp к Cv, как было объяснено выше.  
 Изохорический и изобарический процессы   
(постоянное V или постоянное P):  
 В изохорическом процессе газ находится при постоян-  
ном объеме (V постоянно).  
 В изобарическом процессе газ находится при постоян-  
ном давлении (P постоянно).  
 В этих процессах изменение молярной теплоемкости   
(Cv и Cp) не влияет на показатель адиабаты, т.к.   
Q (тепло) остается постоянным. (с.11)  
 Таким образом, показатель адиабаты (γ) зависит   
от типа процесса, который происходит над газом.   
 В случае адиабатического процесса он определяется   
отношением молярных теплоемкостей Cp и Cv,   
как было показано в предыдущих ответах. В случае   
изохорического и изобарического процессов, он остается   
постоянным и не зависит от Cp и Cv.  
 10. Поясните изохорический, изобарический, изо-  
термический и адиабатический процессы: процессы,   
анализ, графики.  
 Изохорический процесс (постоянный объем):  
В этом процессе объем системы остается постоянным   
(V = const).

Внутренняя энергия газа изменяется только за счет  
 обмена теплом. (с.12)

Изобарический процесс (постоянное давление):  
В этом процессе давление системы остается постоянным  
 (P = const).  
 Объем газа изменяется, а работа выполняется   
при постоянном давлении.  
 Изотермический процесс (постоянная температура):  
 В этом процессе температура системы остается постоянной   
(T = const).  
 Давление и объем изменяются, и работа происходит   
при постоянной температуре.  
На графике p-V это гипербола (в случае идеального газа).  
 Адиабатический процесс (без теплообмена):  
В этом процессе нет обмена теплом между системой   
и окружающей средой (Q = 0).  
Внутренняя энергия меняется только за счет работы  
и является самой сложной формой процесса. (с.13)

На графике p-V это кривая линия.  
11. Как изменялись параметры газа: P, V, T в данной  
работе ?  
 Параметры газа P, V и T изменяются в четырех основных   
термодинамических процессах следующим образом:  
В изохорическом процессе (постоянный объем) P может   
изменяться, T может измениться.  
 В изобарическом процессе (постоянное давление)   
V изменяется, P и T могут измениться.  
В изотермическом процессе (постоянная температура)   
 P и V изменяются, но T остается постоянной.  
В адиабатическом процессе (без теплообмена)   
P и V изменяются в соответствии с законами сохранения   
энергии, без изменения T (если процесс идеальный). (с.14)

12. Вывод рабочей формулы.  
 Рабочая формулаࠢ для процесса определения показателя   
адиабаты γ по известным значениям молярных   
теплоемкостей при постоянном давлении (Cp)   
и при постоянном объеме (Cv) выглядит   
следующим образом: y=Cp/Cy