

Дополнительные указания к лабораторной работе 49.
Определение отношения удельных теплоемкостей C_p/C_v для воздуха
методом Клемана и Дезорма и по скорости звука.

Работа состоит из двух не связанных друг с другом частей.

В первой части работы отношение C_p/C_v определяется посредством измерения скорости звука в газе. Звук — это волны. Скорость любой волны равна произведению длины волны на частоту $V = \lambda \nu$. В данной лабораторной работе частота звука ν задается звуковым генератором и измеряется прямо по шкале генератора. Диапазон изменения частоты от 20 до 200 Герц. На генераторе можно установить множитель к шкале частот: *1 или *10 или *100 или *1000. С учетом множителя частота генератора может изменяться в пределах от 20 Гц до 200кГц.

В работе используется звуковой резонатор — стеклянная труба. На левом конце трубы расположен динамик, подключенный к звуковому генератору. На правом конце трубы — микрофон, электрический сигнал с которого подается на осциллограф. Осциллограф показывает синусоиду звуковых колебаний. Вас должна интересовать только амплитуда этой синусоиды, точнее — изменение амплитуды волны на микрофоне при изменении положения излучающего волну динамика. Динамик можно перемещать, он укреплен на длинной алюминиевой трубке.

При включении звукового генератора в трубе образуется стоячая звуковая волна. Вдоль трубы расположены узлы и пучности стоячей волны. На концах трубы должны быть пучности, иначе звуковая волна плохо раскачивается. При этом на длине трубы укладывается целое число полуволн, так как расстояние между соседними пучностями равно половине длины волны. Длина волны определяется частотой генератора и скоростью звука. Если на длине трубы не укладывается целое число полуволн, то звуковая волна плохо раскачивается в таком резонаторе (в такой трубе) и амплитуда сигнала на осциллографе мала. Если длина трубы равна целому числу полуволн, то амплитуда сигнала велика.

В работе измеряется, при каком перемещении динамика вдоль трубы амплитуда сигнала с микрофона меняется от одного максимума до другого. Это перемещение динамика равно половине длины волны. Удваиваем перемещение и находим длину звуковой волны. Умножаем ее на частоту, получаемую по шкале генератора, и находим скорость звука.

Перед выполнением этой части работы оцените, какую частоту генератора нужно выбрать, чтобы при скорости звука около 350 м/с было удобно измерять перемещение динамика равное половине длины волны.

Проведите измерение половины длины волны звука при пяти разных частотах звукового генератора. Запишите частоты и длины волн.

Вторая часть работы выполняется за соседним столом. Перед Вами большая стеклянная бутылка. В пробку вставлен стеклянный кран и трубка, и они обмазаны пластилином. Пластилин должен предотвращать утечку воздуха. Трубка соединяет стеклянную бутылку с U-образным водяным манометром. Стеклянный кран позволяет соединить бутылку или с привинченным к столу велосипедным насосом или с комнатой.

Кран представляет собой пару стеклянных конусов, внешний из них неподвижен, а внутренний можно поворачивать вокруг вертикальной оси конуса. На боковой поверхности внутреннего конуса имеется отверстие, которое позволяет герметично соединить две из трех стеклянных трубок, припаянных к неподвижной части крана. Две трубки припаяны перпендикулярно общей оси двух конусов, третья — вертикально вдоль оси. Отверстие на боковой поверхности внутреннего конуса находится с той стороны, в которую направлен клюв ручки подвижного конуса. То есть клюв показывает, с какой стороны находится отверстие и соответственно с какой из боковых трубок соединена нижняя трубка крана.

Водяной манометр позволяет измерять разность давлений газа в двух коленах манометра. Разность давлений определяется по разности уровней воды в двух коленах. 13.6 мм водяного столба соответствуют 1 мм ртутного столба и соответствуют давлению в 1 Торр.

Поверните кран так, чтобы соединить бутылку с насосом. Накачайте в бутылку воздух. Следите, чтобы водяной манометр не зашкалил. Переведите кран в такое положение, когда бутылка не связана ни с насосом, ни с комнатой. Показания масляного манометра медленно уменьшаются. Однако это еще не означает, что воздух из бутылки выходит через щели. Возможно, и хотелось бы верить, что щелей нет, а уменьшение давления в бутылке связано с тем, что, накачивая воздух, Вы нагрели воздух в бутылке, а по мере его охлаждения давление в бутылке уменьшается. Подождите полминуты или минуту, пока давление не перестанет падать. Запишите полученное давление P_1 .

Поверните кран так чтобы выпустить воздух из бутылки в комнату. Как только закончится "пшик" поверните кран, отсекая бутылку и от комнаты и от насоса. В бутылке теперь атмосферное давление, но при расширении в комнату газ совершил работу и остыл. По мере выравнивания температуры газа в бутылке и комнате давление газа в бутылке возрастает. Посмотрите, за какое время оно перестанет расти. Это время установления температурного равновесия. Это же время нужно было выждать для установления температурного равновесия перед измерением давления P_1 . Измерьте манометром установившееся давление P_2 . Если есть течи, то давление вырастет и начнет снова убывать. В таком случае в качестве P_2 нужно взять максимальное давление.

Измеренные давления P_1 и P_2 позволяют определить отношение теплоемкостей C_p/C_v .

Проведите эти измерения несколько раз, например, пять.