214. ИЗМЕРЕНИЯ ОТНОШЕНИЯ ИЗОБАРНОЙ К ИЗОХОРНОЙ ТЕПЛОЕМКОСТЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ГАЗОВ C_P/C_V МЕТОДОМ МЕХАНИЧЕСКОГО РЕЗОНАНСА

Введение

Теплоемкостью тела C называется отношение бесконечно малого количества тепла δQ, полученного телом, к соответствующему приращению dT его температуры.

$$C = \frac{\delta Q}{dT}. \qquad (1)$$

Теплоемкость, отнесенная к массе тела, называют удельной. Молярная теплоемкость – теплоемкость одного моля вещества.

Теплоемкость зависит от условий, в которых телу сообщается теплота. Теплоемкость при постоянном объеме C_V и постоянном давлении C_P отличаются по величине.

Для идеального газа справедливо *уравнение Роберта Майера:*

$$C_p - C_V = R, \qquad (2)$$

где R – универсальная газовая постоянная. Отношение $\gamma = C_P / C_V$ называют постоянной Пуассона. Она фигурирует в уравнении адиабаты

$$pV^{\gamma} = const, \qquad (3)$$

С точки зрения молекулярно-кинетической теории газов γ можно связана с количеством степеней свободы молекулы i: $\gamma = \frac{i+2}{i}$.

Цель работы

- ✓ Измерение $\gamma = C_P / C_V$

Решаемые задачи

- ✓ Наблюдение механического резонанса газов.
- ✓ Определение постоянной Пуассона резонансным методом.
- ✓ Определение количества степеней свободы молекул предоставленных для изучения газов.

Техника безопасности

- ✓ **Внимание: в работе используется хрупкий стеклянный прибор.**

Экспериментальная установка

<u>Приборы и принадлежности</u>

- ✓ Установка для изучения механического резонанса газов (рис. 1).
- ✓ Многофункциональный измеритель, прибор 1, рис. 2.
- ✓ Генератор электрических сигналов различной формы, прибор 2, рис. 2.
- ✓ V-образный штатив, 20см.
- ✓ Соединительные провода.

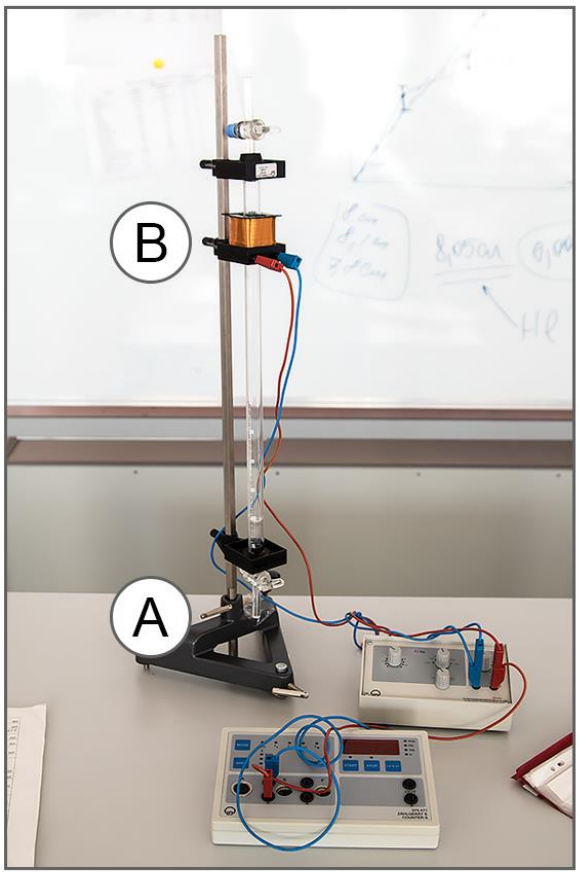

Рис. 1. Общий вид установки

Прибор для механического резонанса газов (см. рис. 1) представляет собой стеклянную трубку на V-образном штативе, проградуированную в единицах объема, с площадью поперечного сечения *S*. Цилиндрический грузик с массой *m*, разделяет трубку на две части с объемом V_1 и V_2 (см. рис. 3).

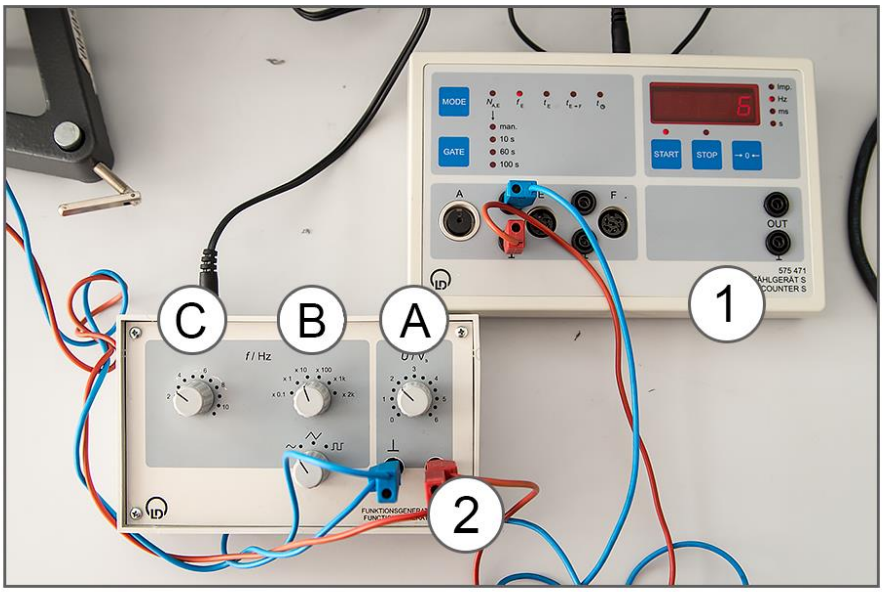

Рис. 2. Измеритель частоты (1), генератор электрических сигналов (2)

Для измерения γ грузик в трубке раскачивают переменным магнитным полем, возбуждаемым катушкой индуктивности. Газ в трубке периодически расширяется и сжимается. В силу малой теплопроводности газа этот процесс можно считать адиабатическим. Когда частота вынужденных колебаний равна собственной частоте колебаний груза будет наблюдаться резонансное возрастание амплитуды колебаний. Определяя эту частоту, можно найти γ для газа, заполняющего трубку.

Формула, по которой можно рассчитать собственную частоту колебаний грузика, для похожей задачи [1], представлена ниже:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2\gamma p S^2}{mV}}, \qquad (4)$$

где p – начальное давление в трубке,

S – сечение трубки,

m – масса грузика,

$V=V_1=V_2$

Примечание

- ✓ *Стеклянная трубка: внутренний диаметр* ***14 мм****, длина* ***535 мм****.*
- ✓ *Магнитный груз: масса* ***8.8±0.26 г****, длина* ***20 мм****.*

Порядок выполнения работы:

1. Включите питание электромагнита, установив напряжение **3В** на **приборе 2 ручка А** (см. рис. 2). Переключатель **В** должен находиться в положении **«×10»**.
2. С помощью кнопки **mode** на **приборе 1** выбрать измерения в **Hz**.
3. Откройте краны на стеклянной трубке.
4. Ослабьте **крепежный винт А** (см. рис. 1) на V-образном штативе и осторожно выньте из него металлический стержень, на котором закреплена стеклянная трубка.
5. Аккуратно переверните металлический стержень с трубкой так, чтобы грузик опустился в ее конец.
6. Ослабив **крепежный винт В** (см. рис. 1), сдвиньте электромагнит к грузику. Затяните **крепежный винт В**.
7. Закройте краны на стеклянной трубке.
8. Установите металлический стержень с трубкой на V-образный штатив так, чтобы электромагнит с грузиком находились в верхнем положении. Затяните **крепежный винт А** (см. рис. 1).
9. Плавно меняя частоту вынужденных колебаний, **прибор 2 ручка С**, найти положение ручки, когда колебание груза будет максимально.
10. Запишите показания частоты f и расстояние от верха трубки до грузика h (см рис. 3), когда он находится в положении равновесия при колебаниях.
11. Определите цену деления шкалы на трубке с помощью линейки.
12. По мере движения груза вниз перемещайте за ним электромагнит, ослабив **крепежный винт В** (см. рис. 1), и определяйте новое значение резонансной частоты. Полученные значения f и h занесите в таблицу.

№ ,п/н	Частота f (Гц)	h (м)	γ

13. Постройте зависимость f^2 от выражения $\left(\frac{1}{h\cdot(H-d-h)}\right)$, где h это расстояние от верхнего конца трубки до верхней поверхности грузика, H высота всей стеклянной трубки, d длина грузика (см. рис. 3).

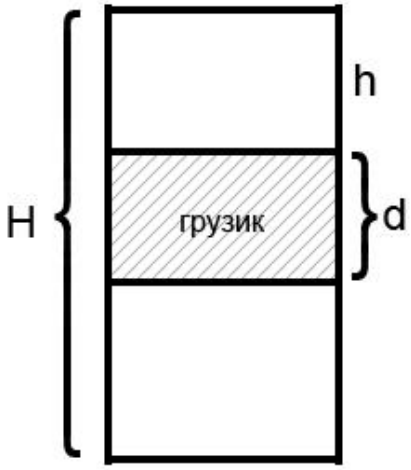

Рис.3 Пояснение к формуле для вычисления γ

14. По тангенсу угла наклона этой зависимости $tg\alpha = \frac{pS(H-d)}{4\pi^2 m}\gamma$ рассчитайте величину $\gamma = tg\alpha \cdot \frac{4\pi^2 m}{pS(H-d)}$ и сравните с табличным.

S – площадь внутреннего сечения цилиндра
p – давление газа в трубке (считать равным атмосферному)
m – масса грузика

15. Последовательно выполните измерения для трех газов (воздух, гелий, углекислый газ).
16. Газ в трубку запускается инженером лаборатории.

Литература:

1. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2001. – 200 с. (с. 37, задача 1.7.)