

Тема: «Исследование газовых законов»

- Цель: исследовать газовые законы теоретически и проверить их выполнение с помощью лабораторной работы.
- Задачи:
- 1) Изучение основных терминов и определений молекулярной физики, связанных с изучением газовых законов
- 2) Знакомство с историей открытия газовых законов
- 3) Провести лабораторную работу по исследованию газовых законов.



## Содержание

1. Введение

2.1. Теоретическая часть

§1 Понятие идеального газа

§2 Уравнение Менделеева-Клайперона

§3 Закон Бойля-Мариотта

§4 Закон Гей-Люссака

§5 Закон Шарля

2.2. Журнал исследования

3. Заключение

4. Список использованной литературы

- Цели работы: исследовать изотермический, изобарный и изохорный процессы в газах.
- Оборудование:
  - 1) пластиковый сосуд (объём 55 мл)
  - 2) медицинский манометр
  - 3) шприц (объём 10 мл) с оцифрованной шкалой
  - 4) два зажима
  - 5) тройник
  - 6) длинная и короткие трубки ПВХ диаметром 4 мм
  - 7) термометр
  - 8) стакан с горячей водой
  - 9) барометр-анероид
- (Общий объём стеклянного сосуда с трубками составляет 60 мл. Погрешность измерения объёма с учетом соединительных трубок  $\Delta V = \pm 1$  мл, погрешности измерения давления определяются погрешностями барометра  $\Delta P_B = \pm 3$  мм рт ст и манометра  $\Delta P_M = \pm 1$  мм рт ст, термометра  $\Delta T = \pm 1$  К)

## Журнал исследования

# Опыт 1.

- Для проверки закона Бойля-Мариотта сравниваем два состояния воздуха в сосуде при комнатной температуре.
- Первое состояние соответствует атмосферному, которое фиксируется по барометру и объему в 70мл (поршень шприца выдвинут до отметки 10 мл). При этом оба зажима сняты. Для получения второго состояния воздуха ставим зажим (2) и уменьшаем объем воздуха в сосуде, вдвигая поршень до отметки 2мл. Затем сравниваем произведения объема и давления воздуха в сосуде с учетом погрешностей измерений и вычислений.



- $P_1 V_1 = P_2 V_2$  ,  $T = \text{const}$ (комнатная)
- $P_1 = 750 \text{ мм.рт.ст.} = 99975 \text{ Па}$ , (1 мм.рт.ст  $\approx 133,3 \text{ Па}$ ,  
1 мл =  $10^{-6} \text{ м}^3$ )
- $V_1 = 60 \text{ мл.} = 60 * 10^{-6} \text{ м}^3$
- $V_2 = 62 \text{ мл.} = 62 * 10^{-6} \text{ м}^3$
- $P_2 = 750 + 82 \text{ мм.рт.ст.} = 110905,6 \text{ Па}$
- $P_1 V_1 = 99975 * 60 * 10^{-6} = 5998500 * 10^{-6} = 5,99 \text{ Па} * \text{м}^3$
- $P_2 V_2 = 110905,6 * 62 * 10^{-6} + 6876147,2 * 10^{-6} = 6,88 \text{ Па} * \text{м}^3$
- Расчет погрешности:
- $\varepsilon_1 = \Delta P_B / P_1 + \Delta V / V_1 = 0,004 + 0,0166 = 0,02066$  (т.е. 2,1%)
- $\varepsilon_2 = (\Delta P_M + \Delta P_B) / P_2 + \Delta V / V_2 = 0,004807 + 0,01612 = 0,020936$  (т.е. 2,1%)

- Для проверки закона Гей-Люссака сравниваем два состояния воздуха в сосуде при атмосферном давлении. Для получения первого состояния при комнатной температуре устанавливаем поршень на отметку 2 мл, что соответствует объему сосуда в 62 мл. Для получения второго состояния ставим зажим (2) и опускаем стеклянный сосуд в стакан с горячей водой. Выдвигаем поршень, увеличивая объем воздуха в сосуде до тех пор, пока стрелка манометра снова не вернется к нулевому делению, которое соответствует атмосферному давлению. Температуру горячей воды измеряем термометром. Затем вычисляем отношения объема к температуре для двух состояний и с учетом погрешностей проверяем, выполняется ли закон Гей-Люссака.



## Опыт 2



- $V_1 / T_1 = V_2 / T_2$   
 $P = \text{const.}$
- $V_1 = 62 \text{ мл} = 62 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$
- $T_1 = 19,1^\circ\text{C} = 292,1 \text{ K}$
- $V_2 = 62,7 \text{ мл} = 62,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$
- $T_2 = 56^\circ\text{C} = 329 \text{ K}$
- $V_1 / T_1 = 62 \cdot 10^{-6} / 292,1 = 0,267 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{K}$
- $V_2 / T_2 = 62,7 \cdot 10^{-6} / 329 = 0,1905 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{K}$
- Расчет погрешности:
- $\varepsilon_1 = \Delta T / T_1 + \Delta V / V_1 = 0,00342 + 0,01612 = 0,01954$   
(т.е. 1,9%)
- $\varepsilon_2 = \Delta T / T_2 + \Delta V / V_2 = 0,003039 + 0,01594 = 0,01898$   
(т.е. 1,9%)

- Для проверки закона Шарля сравниваем два состояния воздуха в сосуде при постоянном объеме в 60 мл (шприц снимают). В первом состоянии воздух в сосуде находится при комнатной температуре и атмосферном давлении. Для получения второго состояния ставим оба зажима на открытые концы трубок и стеклянный сосуд опускаем в стакан с горячей водой. Давление измеряем манометром, температуру горячей воды - термометром. Вычисляем отношения давления к температуре для двух состояний и с учетом погрешностей проверяем, выполняется ли закон Шарля.



## Опыт 3

- $P_1 / T_1 = P_2 / T_2$   
 $V = \text{const.}$
- $P_1 = 750 \text{ мм.рт.ст.} = 110505,7 \text{ Па}$
- $T_1 = 19,2^\circ\text{C} = 292,2\text{K}$
- $P_2 = 800 \text{ мм. рт. ст.} = 106640 \text{ Па}$
- $T_2 = 60^\circ\text{C} = 333\text{K}$
- $P_1 / T_1 = 110505,7 / 292,2 = 378,19 \text{ Па/К}$
- $P_2 / T_2 = 106640 / 333 = 320,24 \text{ Па/К}$
- Расчет погрешности:
- $\varepsilon_1 = \Delta T / T_1 + \Delta P_B / P_1 = 0,001711 + 0,004 = 0,02 \text{ (т.е. 2\%)}$
- $\varepsilon_2 = (\Delta P_M + \Delta P_B) / P_2 + \Delta T / T_2 = 0,005 + 0,003 = 0,008 \text{ (т.е. 0,8\%)}$



- В своей работе я достиг поставленных целей. А именно: изучил основные теоретические вопросы, необходимые для понимания физического смысла газовых законов и исследовал эти законы в лабораторной работе.
- По полученным данным, с учётом приведённых погрешностей, можно судить, что законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака и Шарля выполняются. Наибольшая погрешность при проведении опытов получилась при проверке закона Бойля-Мариотта, что связано с погрешностью при измерении объёма с учётом соединительных трубок.

**Выводы и рекомендации:**

- • учебник "Физика. 10 класс" под редакцией А. А. Пинского и О.Ф. Кабардина.
- • Физика. 10 класс. Учебник. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н.
- • Савельев И.В. Курс общей физики. - М.: Наука, 1987
- • Свитков. Л. П. Термодинамика и молекулярная физика: факультативный курс: Учебное пособие для учащихся. - 3-е изд., переработ. М.: Просвещение, 1986. - 160с., ил.
- • Яворский Б.М., Пинский А.А. Основы физики. - М.: Наука, 1974.

## Литература: