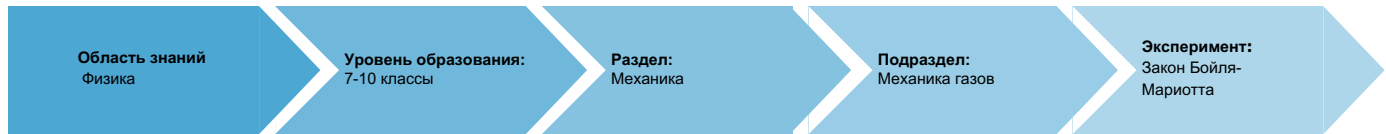


# Закон Бойля-Мариотта (Item No.: P1002500)

## Актуальность учебной программы



### Сложность



Средне

### Время подготовки



10 минут

### Время выполнения:



10 минут

### Рекомендуемый размер группы:



2 студента

Дополнительно требуется:

Варианты эксперимента:

Ключевые слова:

## Задание и оборудование

## Информация для учителей

## Дополнительная информация

С помощью U-образной трубки, выполненной из куска силиконовой трубки и 2 стеклянных трубок, студенты должны доказать, что произведение давления и объема для данной массы газа, является постоянным.

Для этой цели они должны измерить разность высот между уровнями воды при уменьшении или увеличении давления, корреляция величин должна быть проиллюстрирована расчетами и с помощью диаграммы.

## Примечание

- В обоих случаях должна быть большая разность высот между столом и полом. Только в случае, когда изменения давления и объема достаточно велики можно действительно проверить справедливость закон Бойля-Мариотта.
- Атмосферное давление  $p_0$  должно быть прочитано самими учениками на существующем барометре или дано учителем. Если оба варианта невозможны, можно указать значение  $p_0 = 1013$  гПа.
- Численно, давление воздуха в гПа равно значению в мбар. Значение в гПа или Н / м<sup>2</sup> соответствует системе SI:  
1 гПа = 100 Па = 1 Н/м<sup>2</sup>.
- Результат  $p \times V = \text{const}$  - закон Бойля-Мариотта справедлив только при постоянной температуре (например, при постоянной комнатной температуре).

## Закон Бойля-Мариотта (Item No.: P1002500)

### Задание и оборудование

#### Задание

#### Как связаны давление и объем ограниченного количества газа?

Измените давление объема воздуха, ограниченного в U-образной трубке, и измерьте разность уровней жидкости, вызванных этим изменением.



## Оборудование



№ п/п	Материалы	Номер артикля	Количество
1	Штативная основа	02001-00	1
2	Штативн. стержень, l = 600 мм, d = 10 мм, сост. из 2 частей	02035-00	1
2	Штативн. стержень, нерж. сталь, l = 250 мм, d = 10 мм	02031-00	1
3	Стеклянные трубки, l=250 мм, пакет из 10 шт.	36701-68	(2)
4	Держатель для стеклянных трубок с фиксатором ленты	05961-00	1
5	Мензурка, низкая форма, пластм., 100 мл	36011-01	1
6	Рулетка, l = 2 м	09936-00	1
7	Штангенциркуль, пластик	03011-00	1
8	набор шприцов 20 мл,	02591-03	(1)
9	Резиновые колпачки, пакет 20	02615-03	(1)
10	Силиконовая трубка, внутр. d=7 мм	03985-00	2
	Глицерин		

## Установка и порядок выполнения работы

### Установка

- Соедините две части штатива штативным стержнем длиной 250 мм и зафиксируйте его с помощью рычагов (рис. 1).
- Соедините две части штативного стержня длиной 600 мм (рис. 2).
- Поместите штативный стержень длиной 600 мм в одну из двух половинок основания штатива и закрепите его штативным винтом (рис. 3).



- Закрепить держатель для стеклянных трубок на длинный штативный стержень (рис. 4). Закрепите измерительную ленту в держателе для стеклянных трубок (рис. 5).



Рис.4



Рис.5

- Поместите стеклянные трубки в держатель для трубок и соедините их нижние концы с длинной силиконовой трубкой (более 1,5 м), создав U-образную трубку (рис. 6).



Рис. 6

- Установите U-образную трубку как можно выше на штативном стержне.
- Используйте немного глицерина для лучшего подсоединения стеклянных трубок к силиконовой трубке.
- Используя шприц без его плунжера, заполните U-образную трубку водой так, чтобы обе стеклянные трубки были наполовину заполнены (рис. 7).



Рис. 7

- Наденьте резиновый колпачок на конец левой стеклянной трубки. Сдвиньте U-образную трубку так, чтобы уровень воды с обеих сторон снова был на одинаковой высоте (рис.8).
- Отметьте уровень воды в левой трубке фломастером (рис.9).



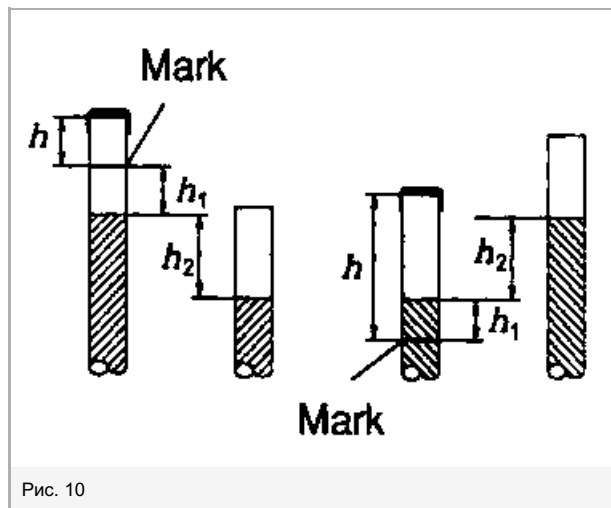
Рис. 8



Рис. 9

## Порядок выполнения работы

- Измерьте высоту  $h$  столба воздуха над отметкой на левой стеклянной трубке (рис.10, левая сторона) и запишите значение в отчете.



### Уменьшение давления в замкнутом объеме

- Возьмем правую стеклянную трубку из держателя и опустите ее постепенно к полу (рис. 11).
- Для каждой высоты  $h_1$  (расстояние до уровня воды в левой стеклянной трубке от метки, см. рис. 9, левая сторона) записывают высоту  $h_2$  (разница уровней воды в правой и левой трубах). Измерьте шесть пар значений и запишите их в таблицу 1 в отчете.



### Увеличение давления в замкнутом объеме

- Вставьте правую стеклянную трубку обратно в держатель и снимите левую.
- Опустите ее постепенно на пол и измерьте шесть пар значений  $h_1$ ,  $h_2$ , где  $h_1$  снова является расстоянием уровня воды в левой стеклянной трубке от метки, а  $h_2$  - разницей уровней воды в правой и левой трубах (рис. 10, правая сторона).
- Запишите значения в таблицу 2 в отчете.



Рис. 12

- Измерьте внутренний диаметр  $d_i$  стеклянной трубки с помощью штангенциркуля (рис.13) и запишите измеренное значение в отчет.
- Измерьте давление воздуха  $p_0$  или получите его значение у Вашего учителя. Если нет возможности измерить, то доступно, используйте  $p_0 = 1013$  гПа. Запишите его в отчет.



Рис. 13



## Отчет: Закон Бойля-Мариотта

### Результат – Таблица 1

Запишите все измеренные значения в таблицу.

$h$ , см	8,7	0
$d_i$ , мм	5,4	0
$\rho_0$ , гПа	998,6	0

### Результат – Таблица 2

Запишите измеренные значения экспериментальной части «Уменьшение давления в замкнутом объеме».

Вычислите объемы воздуха с помощью  $V = \pi r^2 (h + h_1)$  и запишите результаты в таблицу. [  $r = d_i/2$ ,  $\pi \approx 3.14$  ]

Вычислите давление в замкнутом объеме газа с помощью формулы:  $p = (p_0 - h_2) \times g \times h$ , где  $g = 9.81 \text{ м/с}^2$  и  $h = 1 \text{ г/см}^3$ , и запишите полученные значения в таблицу.

Найдите произведение  $p \times V$  и добавьте их в таблицу.

$h_1$ , см	$h_2$ , см	$V$ , см <sup>3</sup>	$p$ , гПа	$p \times V$ , гПа $\times$ см <sup>3</sup>
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

### Результат – Таблица 3

Запишите измеренные значения экспериментальной части «Уменьшение давления в замкнутом объеме».

Вычислите  $V = \pi r^2 (h - h_1)$  и запишите значения в таблицу.

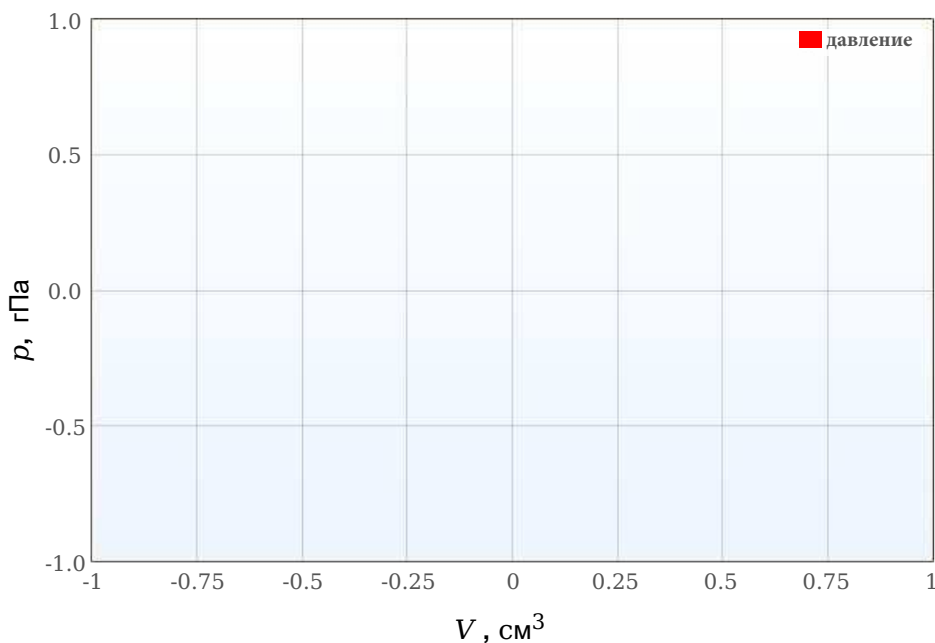
Вычислите давление в замкнутом объеме газа с помощью формулы:  $p = (p_0 + h_2) \times g \times h$ , запишите

полученные значения в таблицу.

Найдите произведение  $p \times V$  и добавьте их в таблицу.

$h_1$ , см	$h_2$ , см	$V_i$ , см <sup>3</sup>	$p$ , гПа	$p \times V$ , гПа × см <sup>3</sup>
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

### Номер1



### Оценка - Вопрос 1

На диаграмме автоматически показаны пары измеренных значений давления  $p$  и объема  $V$ . Как выглядит кривая?

.....

.....

.....

.....

### Оценка - Вопрос 2

Посмотрите значения  $p \times V$  в Таблице 2 и 3. На что Вы обратили внимание?

.....

.....

.....

.....

### Оценка - Вопрос 3

Найдите взаимосвязь между  $\rho$  и  $V$  в формуле.

.....

.....

.....

.....