

А.К. АТАМАНЧЕНКО

**Медицинский шприц
в физическом эксперименте**

Таганрог - 2021

Рецензент: кандидат физико-математических наук, профессор Российской Академии Естествознания (РАЕ), Сапогин В.Г.

Атаманченко А.К. Медицинский шприц в физическом эксперименте. 34 с. 2021. Опубликовано на сайте Sapogin.com

В качестве возможных вариантов, в пособии описан опыт, как за малые деньги можно дать новое решение выполнения классических опытов, демонстраций и лабораторных работ.

В пособии показано, что медицинский шприц, кроме его прямого назначения, может служить измерительным средством, частью оборудования при решении творческих задач, демонстрационных опытах и практических работах.

Предполагаемое пособие будет полезным учителям, ученикам и даже родителям.

Учитель: накопленный мной опыт, может использовать на уроках в виде кратковременных фронтальных опытов, одночасовых лабораторных работ, включать в самостоятельные, контрольные и олимпиадные работы.

Ученик: находясь на домашнем или дистанционном обучении, наряду с учебником, может использовать этот материал.

Родители: всегда могут поучаствовать в подготовке и выполнении опытов или лабораторных работ.

Содержание

1. Учителю и ученикам.
2. Историческая справка о создании медицинского шприца.
3. Шприц, как демонстрационный физический прибор.
4. Творческие экспериментальные задачи, где шприц является измерительным средством.
5. Возможные решения предложенных экспериментальных задач.
6. Шприц, как неотъемлемая часть лабораторного оборудования:
 - изучение движения водяной струи в поле тяготения выброшенной горизонтально;
 - экспериментальная проверка закона Бойля-Мариотта;
 - определение температуры воды на основе закона Гей-Люссака;
 - определение поверхностного натяжения воды методом отрыва капель.
7. Прикладное применение шприца.
8. Литература.

Учителю и ученикам

На одном из уроков в 11 классе, ученику была предложена такая задача:

В вашем распоряжении деревянный брусок. Определите его массу. Из измерительных средств - шприц. Необходимое оборудование подобрать самим.

Ученик думал, думал, а потом говорит: «Не знаю, как решить».

Предложил эту задачу ещё двум ученикам. Ответ такой же.

Предлагаю задачу более простую.

В вашем распоряжении стальное твердое тело неправильной формы. Определите его массу. Из измерительных средств - шприц. Дополнительная информация - справочник по физике. Эта задача тоже вызвала затруднение. С помощью подсказок обе задачи были решены. Ученики, как бы оправдываясь, сказали: «Так это было в 7 классе».

В предлагаемом пособии шприц перед вами предстанет как:

- демонстрационный физический прибор;
- измерительный прибор;
- неотъемлемой частью лабораторного оборудования;
- в прикладном значении.

Совет учителю

Характерной особенностью этого пособия является то, что вы можете использовать, накопленный мной опыт, на уроках: в виде кратковременных фронтальных опытов, одночасовых лабораторных работ, включать в самостоятельные, контрольные и олимпиадные работы. В непредвиденных ситуациях этот материал можно использовать при дистанционном обучении, используя компьютерные технологии.

Совет ученикам

Никогда не говорите: «Я не знаю», а говорите: «Я затрудняюсь», те, кто будет затрудняться при решении поставленных задач, могут воспользоваться подсказками и ответами указанными в конце главы.

Историческая справка о создании медицинского шприца

Шприц был изобретён в 1853 году, независимо друг от друга, шотландцем Александром Вудом и французом Шарлем Габриелем Правазом. Называлось их устройство «машинка для инъекций».

Слово «шприц», что означает «впрыскивать, брызгать», придумали немцы.

Устройство шприца

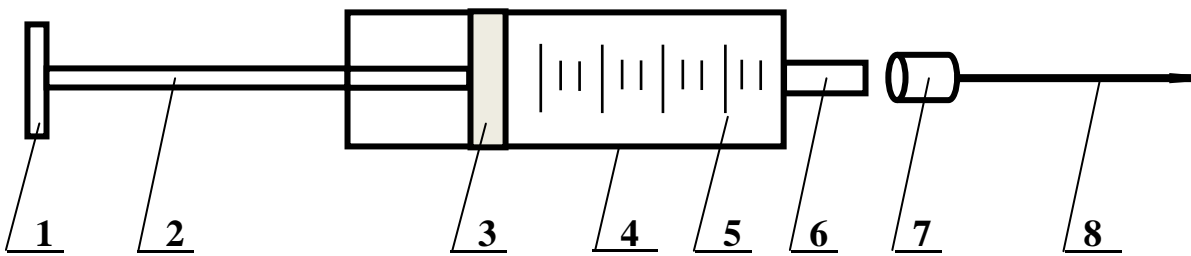


Рис. 1

1. Рукоятка поршня
2. Шток поршня
3. Поршень
4. Цилиндр
5. Шкала
6. Патрубок иглодержателя
7. Насадка
8. Игла

Характеристика шприца

Любой физический прибор, имеющий шкалу измерения (шприц не исключение), характеризуется следующими параметрами:

1. пределом измерения;
2. ценой деления (ЦД)

На рис. 2 предел измерения объёма шприцем от 0 до 5 мл. Найдём его цену деления (ЦД)



$$ЦД = \frac{5-0}{10} = 0,5 \text{ мл}$$

$$1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3;$$

$$1 \text{ л} = 1000 \text{ мл}$$

Внутренняя часть любого сосуда получила название вместимость или ёмкость. Следовательно, ёмкость шприца 6 мл. И ещё

В некоторых опытах, для исследования физических явлений, потребуется заглушка, которая изготавливается из насадки 7 (Рис. 1). Иглу прогрейте на огне и вытащите её плоскогубцами или деревянной бельевой прищепкой. Отверстие, оставленное от иглы, запаяете раскалённым кончиком ножа или отвёртки.

Рис. 2

Шприц как демонстрационный физический прибор

Сразу оговорюсь, что опыты, которые рассматриваются в пособии, предлагаются как новые решения в качестве возможных вариантов проведения классических опытов и демонстраций.

ОПЫТ - 1.

Доказательство того, что между молекулами существуют промежутки

Цель эксперимента: доказать одно из свойств молекул.

Оборудование: шприц на 20 мл без иглы.

Ход эксперимента

1. Вывести поршень шприца на максимальный объём.
 2. Заглушить пальцем иглодержатель.
 3. Сдвинуть поршень на сжатие воздуха.
- Объяснить наблюдаемый эффект.

ОПЫТ - 2.

Сравнить сжимаемость двух газов

Цель эксперимента: опытным путём показать, что концентрация молекул в различных газах может быть разная.

Оборудование: шприц на 20 мл без иглы, сосуд с водой.

Ход эксперимента

1. Вывести поршень шприца на максимальный объём.
2. Заглушить иглодержатель пальцем руки.
3. Сжать газ в цилиндре.
4. Набрать в шприц воды.
5. Заглушить иглодержатель пальцем руки и надавить на поршень другой рукой.

Объяснить наблюдаемый эффект и сделать вывод.

ОПЫТ - 3

Доказательство того, что силы молекулярного сцепления у воды больше, чем силы молекулярного сцепления у воздуха

Цель эксперимента: опытным путём доказать, что силы молекулярного сцепления у жидкости больше, чем силы молекулярного сцепления у воздуха.

Оборудование: шприц на 20 мл с заглушкой, нить-кольцо, сосуд с водой, груз на 4-5 Н (пластиковая бутылка на 0,5 л).

Ход эксперимента

ОПЫТ-3-1.

1. Поршень шприца установить на 10 мл объёма цилиндра и заглушить патрубком иглодержателя.

2. Нитяное кольцо укрепить на поршне.

3. Подвесить груз к кольцу (4-5 Н).

Прокомментировать наблюдаемый эффект.

ОПЫТ-3-2.

1. Набрать в шприц 10 мл воды и заглушить патрубком иглодержателя.

2. Подвесить прежний груз к кольцу.

Прокомментировать наблюдаемый эффект и сделать вывод из этих опытов.

ОПЫТ - 4.

Доказательство того, что между молекулами существуют силы отталкивания и притяжения

Цель эксперимента: показать, что на малых расстояниях между молекулами начинают возникать силы отталкивания, а при больших расстояниях – силы притяжения.

Оборудование: шприц на 20 мл без иглы.

Ход 1 эксперимента

1. Вывести поршень шприца на максимальный объём.

2. Заглушить пальцем иглодержатель.

3. Сжать воздух в цилиндре шприца и опустить поршень.

Объяснить наблюдаемый эффект.

Ход 2 эксперимента

1. Вывести поршень шприца на минимальный объём.

2. Заглушить пальцем иглодержатель.

3. Разрядить воздух в цилиндре шприца вытаскиванием поршня.

4. Отпустить поршень.

Объяснить наблюдаемый эффект.

ОПЫТ - 5.

Доказательство того, что расстояние между молекулами увеличивается с ростом температуры

Цель эксперимента: опытным путём доказать, что с ростом температуры расстояние между молекулами в газе увеличивается.

Оборудование: шприц на 20 мл, прозрачный сосуд с тёплой водой.

Ход эксперимента

1. Поршень в шприце вывести на максимальный объём.
2. Поместить шприц в сосуд с тёплой водой, иглодержателем вниз. Охарактеризовать наблюдаемый эффект и сделать вывод.

ОПЫТ - 6.

Исследование зависимости давления твёрдого тела на опору

Цель эксперимента: опытным путём показать, что давление твёрдого тела на опору зависит: 1) от площади опоры;
2) от силы нормального давления.

Оборудование: шприц большой (на 160 мл) с иглой, сосуд с водой, поролоновая губка.

Ход эксперимента

1. Удерживая шприц рукой, поставить его вертикально на губку:
а) рукояткой поршня;
б) иглой.
Сделать вывод.
2. Набрать в шприц воды. Этим мы увеличиваем вес шприца (сила давления).
3. Установить шприц с иглой на губку.
Сделать вывод.

ОПЫТ - 7.

Исследовать работу всасывающего насоса

Цель эксперимента: опытным путём выяснить принцип действия всасывающего насоса.

Оборудование: шприц на 20 мл без иглы, сосуд с водой.

Ход эксперимента

1. Поршень шприца опустить вниз.
2. Поместить шприц в сосуд с водой иглодержателем вниз и приподнять поршень.
Объяснить наблюдаемый эффект.

ОПЫТ - 8.

Проверить закон Паскаля для жидкости

Цель эксперимента: показать, что давление в жидкости передаётся по всем направлениям одинаково.

Оборудование: шприц на 20 мл с одинаковыми отверстиями в боковой поверхности шприца, сосуд с водой, заглушка.

Ход эксперимента

1. Набрать в шприц воды.
 2. Заглушить иглодержатель.
 3. Выдавить воду из шприца.
- Объяснить наблюдаемый эффект.

ОПЫТ - 9.

Продemonстрировать действие опрыскивателя

Цель эксперимента: показать принцип действия любого прибора, работающего на сжатом газе.

Оборудование: шприц на 20 мл без иглы, насадка от дезодоранта, сосуд с водой.

Ход эксперимента

1. Заполнить шприц водой.
 2. Насадку закрепить на иглодержателе.
 3. Надавить на поршень.
- Объяснить наблюдаемый эффект.

ОПЫТ - 10.

Исследовать зависимость дальности полёта струи жидкости от угла её выброса

Цель эксперимента: опытным путём установить дальность полёта порции воды от угла её выброса.

Оборудование: шприц на 5 мл без иглы, транспортер, сосуд с водой, линейка.

Ход эксперимента

1. Набрать в шприц 1 см^3 воды.
 2. Установить шприц с водой относительно стола на 30° и произвести выстрел.
 3. Измерить расстояние, на которое улетели капли воды.
 4. Прodelать пункты 1, 2, 3 для углов 45° и 60° .
- Из эксперимента сделать вывод.

ОПЫТ - 11.

Продemonстрировать кипение воды при пониженном давлении

Цель эксперимента: показать, что жидкость (вода) может кипеть при температуре ниже 100°C , если понизить внешнее давление.

Оборудование: шприц на 20 мл без иглы, заглушка, сосуд с подогретой водой.

Ход эксперимента

1. Набрать в шприц 10 мл подогретой воды и заглушить иглодержатель.

2. Установить шприц с водой иглодержателем вертикально вверх.
 3. Поршнем приподнять воду в цилиндре шприца до заглушки и резко поршень опустить вниз.
- Объяснить наблюдаемый эффект.

ОПЫТ - 12.

Доказательство того, что сжатый газ обладает потенциальной энергией

Цель эксперимента: показать, что сжатый газ способен совершить работу.

Оборудование: шприц на 20 мл, заглушка.

Ход эксперимента

1. Вывести поршень на наибольший объём.
 2. Заглушку насадить на иглодержатель.
 3. Не целясь на людей, надавить на поршень.
- Объяснить наблюдаемый эффект.

Творческие экспериментальные задачи, где шприц является измерительным средством

В успешном исходе эксперимента, где числовой результат получают косвенными измерениями, не последнюю роль играет творческое воображение и соответствующий ему уровень мышления, что способствует активации познавательной деятельности и приобретению практических умений и навыков.

Задача № 1. В вашем распоряжении сосуд с водой, пакетик с горохом. Определить объём одной горошины. Измерительное средство - медицинский шприц (5, 6, 7 класс).

Задача № 2. В вашем распоряжении сосуд с мыльным раствором, медицинский шприц без иглы. С помощью шприца выдуть мыльный пузырь. Определить архимедову силу, действующую на пузырь и дополнительное давление оказываемое мыльной плёнкой на газ внутри пузыря.

Измерительное средство - медицинский шприц. Дополнительная информация - справочник по физике (10 класс).

Задача № 3. Тело неизвестной плотности плавает в сосуде с водой. Определить плотность тела. Измерительное средство - медицинский шприц с иглой. Примечание: шприц с иглой можно использовать как оборудование для проведения эксперимента, объёмом иглы можно пренебречь.

Задача № 4. В ёмкости плавает куб. Определить какую работу надо совершить, чтобы полностью погрузить куб в воду. Измерительное средство - медицинский шприц с иглой. Примечание: шприц с иглой можно использовать как оборудование для проведения эксперимента, объёмом иглы можно пренебречь.

Задача № 5. В вашем распоряжении сосуд с водой, пластилин. Определить плотность пластилина. Измерительное средство - медицинский шприц.

Задача № 6. В ёмкости с неизвестной жидкостью плавает тонкостенный сосуд с такой же жидкостью. Площадь дна сосуда известна и равна S . Определить как изменится осадка сосуда, если внутрь его поместить тело, которое не тонет в данной жидкости. Измерительное средство - медицинский шприц.

Задача № 7. Сосуд кубической формы заполнен водой. Определить с какой скоростью будет выливаться вода из открытого крана, находящегося у основания сосуда. Измерительное средство - медицинский шприц.

Задача № 8. Наполнить медицинский шприц водой и по капле выдавить всю воду. Определить число молекул воды в капле. Эксперимент проводится при нормальных условиях.

Задача № 9. В вашем распоряжении сосуд с водой и сосуд с неизвестной жидкостью. Определить плотность неизвестной жидкости, находящейся в сосуде. Измерительное средство - два медицинских шприца. Примечание: шприц можно использовать как оборудование для проведения эксперимента. (7, 8, 9 класс).

Задача № 10. В вашем распоряжении сосуд с водой. Определить силу давления воды на дно сосуда. Измерительное средство - медицинский шприц.

Дополнительно к задаче №10

Определить диаметр поршня шприца. К средствам измерения добавляется линейка. Плотность воды считать известной.

Задача № 11. В вашем распоряжении медицинский шприц без иглы, заглушка, линейка.

Постановка задачи.

1. Установите поршень шприца на $1/3$ ёмкости шприца.
2. Заглушите иглодержатель шприца.
3. Переведите поршень шприца на увеличенный объём, удерживания шток в таком положении.

Цель работы: оценить усилие, которое вы прилагаете к рукоятке поршня, удерживая его в этом положении. Из измерительных средств - миллиметровая линейка и сам шприц. Дополнительная информация - справочник по физике.

Эксперимент проводится при нормальных условиях и в горизонтальном положении.

Задача № 12. В вашем распоряжении медицинский шприц без иглы, заглушка, миллиметровая линейка.

Постановка задачи.

1. Установите поршень на максимальный объём шприца.
2. Заглушите иглодержатель шприца.
3. Переведите поршень шприца до упора и удерживайте шток в таком положении.

Цель работы: определить силу с которой вы удерживаете поршень в равновесном состоянии.

Эксперимент проводится при нормальных условиях и в горизонтальном положении.

Задача № 13. В вашем распоряжении медицинский шприц без иглы, заглушка.

Условия задания.

1. Выведите поршень шприца на максимальный объём.

2. Закройте патрубок иглодержателя заглушкой.

3. Сожмите газ (воздух) до максимального объёма, надавливая рукой на рукоятку поршня шприца, а затем отпустите поршень.

Обратите внимание, что поршень не вернулся в исходное положение. Причина? Трение поршня о стенки цилиндра шприца.

Цель работы: оценить какая сила трения действует между поршнем и стенками цилиндра шприца.

Из измерительных средств - сам шприц и линейка. Дополнительная информация - справочник по физике.

Считать, что сжатие воздуха происходило при изотермическом процессе. Эксперимент проводится в горизонтальном положении.

Задача № 14. В вашем распоряжении медицинский шприц без иглы, заглушка, сосуд с горячей водой, термометр, линейка, справочник по физике.

Постановка задачи.

1. Установить поршень шприца на наибольший объём.

2. Заглушить иглодержатель шприца.

Запомните. Эксперимент проводится при нормальных условиях. Газ считать идеальным. Процесс изохорический. Потери энергии не учитывать.

Цель работы. Вычислить:

1. Число молекул в замкнутом объёме шприца.

2. Концентрацию молекул в этом объёме.

3. Поместить шприц в сосуд с горячей водой и вычислить давление газа (воздуха) при нагретом состоянии.

4. Силу давления газа на поршень шприца.

5. Вычислить среднюю кинетическую энергию молекул газа после нагрева.

6. Вычислить среднюю квадратичную скорость молекул газа (тепловую).

7. Изменение внутренней энергии газа внутри шприца после нагрева.

8. Какое количество теплоты было передано системе (шприц + газ) при теплообмене?

**Возможные решения предложенных
экспериментальных задач**

№ 1. $V_0 = \frac{V}{N}$, где V – объём всех горошин
 N – число горошин

№ 2. Архимедова сила равна весу воздуха, вытесненного мыльным пузырьком.

$$F_{арх} = P;$$

$$F_{арх} = \rho g V$$

где ρ - плотность воздуха при нормальных условиях,
 V - объём пузыря, определяется по делениям шприца

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad \text{и равен} \quad R = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$$

№ 3. Плотность тела определяется по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

где m - масса тела, V - объём тела.

Объём тела определяется так:

1. Отменить первоначальный уровень воды
2. Тело полностью погрузить в воду.

Это делается с помощью иглы.

3. Поднявшуюся воду выбрать с помощью шприца до первоначального уровня. Тело должно находиться в погруженном состоянии. Объём выбранной воды будет равен объёму тела.

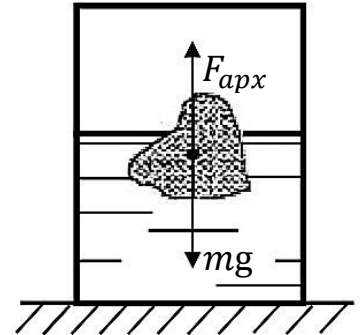


Рисунок к задаче №3

Из условия плавания тел найдём массу исследуемого тела.

$$F_T = mg \quad \text{и} \quad F_{арх} = \rho_в g V_1 \quad \text{тогда} \quad m = \rho_в V_1, \quad \text{где}$$

$\rho_в$ - плотность воды,

V_1 - объём погруженной части тела, определяется с помощью шприца.

Конечное соотношение имеет вид:

$$\rho = \frac{\rho_в V_1}{V}$$

№ 4. Рассмотрим два состояния:

1. Равновесное состояние, куб плавает в воде.

$$F_T = F_{арх}, \quad F_{арх} = \rho_в g V_1$$

$$F_T = mg,$$

где x - осадка куба,

V_1 - объём погружённой части куба

аналогично задачи №3 $m = \rho_в V_1$ (1)

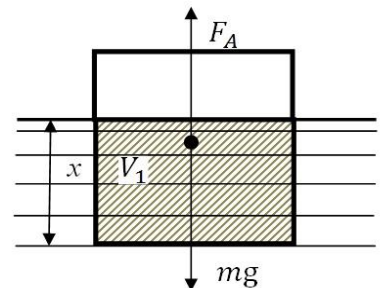
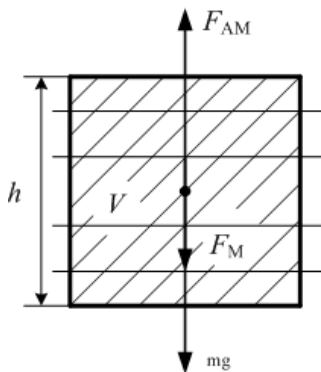


Рисунок 1 к задаче №4.

2. Полное погружение куба в воду (рисунок 3 к задаче № 4)



V - объём куба

F_M - максимальная сила, приложенная к кубу

$F_{А.М.}$ - максимальная архимедова сила

Сила, приложенная к кубу, линейно увеличивается по мере погружения от нуля до максимального значения:

$$F = F_A - mg;$$

в положении (1) $F = 0$, так как $F_A = mg$,

в положении (2) $F = F_M = F_{А.М.} - mg$ (2),

Рисунок 2 к задаче №4

Максимальная архимедова сила равна:

$$F_{A.M.} = \rho_6 g V \quad (3)$$

Решая совместно уравнения (1), (2), (3), получим

$$F_M = \rho_6 g V - \rho_6 g V_1 = \rho_6 g (V - V_1) \quad (4)$$

При расчете работы берется средняя сила F_{cp} , которая равна половине

максимальной силы $F_{cp} = \frac{F_M}{2}$

Работа $A = F_{cp}(h - x) = \frac{F_M}{2}(h - x) \quad (5)$

$$h = \frac{V}{S} \quad (6); \quad x = \frac{V_1}{S} \quad (7)$$

Уравнения (4), (6), (7) подставим в уравнение (5), получим

$$A = \frac{\rho_6 g (V - V_1)^2}{2S}, \quad (8)$$

где $S = V^{2/3}$. (9)

Уравнение (9) подставим в уравнение (8), получим

$$A = \frac{\rho_6 g (V - V_1)^2}{2V^{2/3}}, \quad (10)$$

где V_1 и V определяются с помощью шприца (см. задачу №3).

№ 5. Плотность тела определяется по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad \text{где}$$

m - масса пластилина, V - объём пластилина.

1. Отметить уровень воды в сосуде.

2. Опустить пластилин в воду.

3. С помощью шприца определить объём вытесненной воды, равный объёму пластилина.

4. Из пластилина вылепить корыто (лодку).

5. Опустить корыто на поверхность воды так, чтобы оно плавало.

6. По условию плавания тел определить массу корыта (пластилина).

$$F_T = mg, \quad F_{арх} = \rho_6 g V_1, \quad \text{где}$$

V_1 — объём жидкости, вытесненный корытом, определяется с помощью шприца (см. задачу №3).

$$\text{Окончательно } p_x = \frac{\rho_6 V_1}{V}$$

№ 6. Изменение осадки сосуда равно

$$\Delta h = H_2 - H_1, \quad \text{где}$$

H_1 — осадка сосуда до погружения тела вовнутрь сосуда с жидкостью

H_2 — осадка сосуда после погружения тела с сосуд с жидкостью.

$$1. F'_A = P_C + P_{Ж}, \quad \text{где}$$

P_C — вес сосуда, $P_{Ж}$ — вес жидкости.

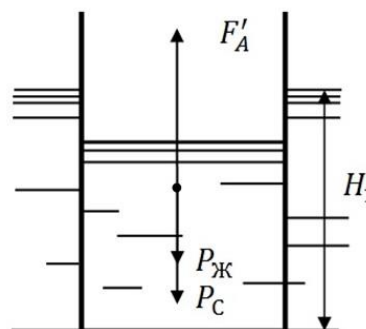


Рисунок 1 к задаче №6

$$F'_A = p_{жс} g V' + p_{жс} g S H_1$$

$$2. F''_A = P_C + P_{жс} + P_T = F'_A + P_T = p_{жс} g S H_1 + P_T \quad (1)$$

P_T – вес тела.

$$F''_A = p_{жс} g S H_2 \quad (2)$$

Из уравнений (1) и (2), получим

$$P_T = p_{жс} g S (H_2 - H_1) = p_{жс} g S \Delta h$$

$$\Delta h = \frac{P_T}{p_{жс} g S}; \quad (3)$$

Так как тело плавает в сосуде, то $F'''_A = P_T$

$$P_T = p_{жс} g V_{жс} \quad (4), \text{ где}$$

$V_{жс}$ – объём жидкости, вытесненный плавающим телом.

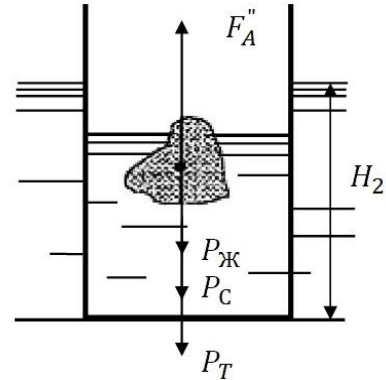
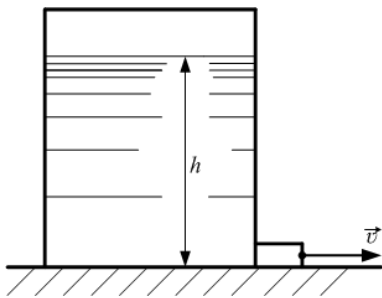


Рисунок 2 к задаче №6

Уравнение (4) подставим в уравнение (3), получим:

$$\Delta h = \frac{p_{жс} g V_{жс}}{p_{жс} g S} = \frac{V_{жс}}{S}$$

Таким образом, для оценки осадки сосуда вся задача сводится к тому, чтобы определить объём жидкости, вытесненный плавающим телом.



№ 7. По уравнению Торричелли

$v = \sqrt{2gh}$, где h – сторона куба.

Следовательно, $h = \sqrt[3]{V}$, тогда уравнение скорости вылета струи будет иметь вид:

$$v = \sqrt{2g\sqrt[3]{V}}$$

где V – определяется шприцем.

Рисунок к задаче №7

№ 8. Число молекул в веществе определяется формулой:

$N = \nu N_A$, где ν – число молей вещества.

$$\text{Т.к. } \nu = \frac{m_0}{M}, \quad m_0 = p_e V_0 \text{ и } V_0 = \frac{V}{n},$$

где m_0 – масса одной капли, то

$$N = \frac{p_e V}{M n} N_A, \quad \text{где}$$

p_e – плотность воды, M – молярная масса воды,

N_A – число Авагадро, n – число капель, V – объём всех капель.

№ 9. Плотность исследуемой жидкости определяется по формуле:

$$p_x = \frac{m_x}{V_x}, \quad (1)$$

где m_x – масса исследуемой жидкости, V_x – объём жидкости.

1. В шприц набрать определенный объём исследуемой жидкости V_x .

2. Отметить уровень воды в сосуде.

3. Опустить шприц с жидкостью в сосуд с водой и снова сделать отметку уровня воды (жидкости в шприц набрать так, чтобы он плавал в воде).

4. По условию плавания тел находим массу шприца с исследуемой жидкостью

$$F_{арх} = Mg .$$

Зная, что

$$F_{арх} = \rho_в g V \text{ и } M = m_{ш} + m_x ,$$

получим

$$(m_{ш} + m_x)g = \rho_в g V .$$

Отсюда

$$m_x = \rho_в V - m_{ш} \quad (2)$$

где V – объём воды, вытесненный частью шприца с жидкостью, $m_{ш}$ - масса пустого шприца.

Уравнение (2) подставим в уравнение (1), получим

$$\rho_x = (\rho_в V - m_{ш}) / V_x .$$

Объём V определить другим шприцем. Масса пустого шприца определяется аналогично пункту (4)

$$m_{ш} = \rho_в V_1 ,$$

где V_1 - объём воды, вытесненный пустым шприцем. Окончательное соотношение имеет вид

$$\rho_x = \rho_в (V_1 - V) / V_x .$$

№ 10.

$$1. p = p_в gh ;$$

$$2. p = \frac{F}{S} \Rightarrow F = pS = \frac{p_в gh V}{\kappa} = p_в g V ;$$

Дополнительно

$$3. S = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow d^2 = \frac{4S}{\pi} = \frac{4V}{\pi h} ; \quad d = 2 \sqrt{\frac{V}{\pi h}} ;$$

где d - диаметр поршня шприца

V - определяется по делениям шприца

h - определяется миллиметровой линейкой.

№ 11.

$$F_0 = F_1 + F \Rightarrow F = F_0 - F_1 , \text{ где}$$

F – искомая сила, F_0 – сила давления атмосферы, F_1 – сила внутреннего давления.

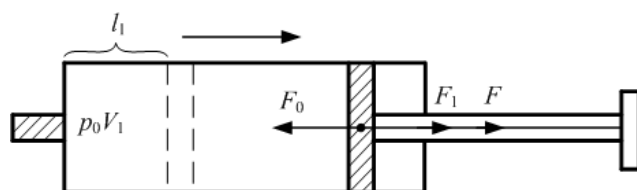


Рисунок к задаче № 11

m – постоянная, T – постоянная.

$$F = F_0 - F_1$$

$$F_0 = PS \quad F_1 = P_1 S$$

$$P_0 V_1 = P_1 V_2 \Rightarrow P_1 = \frac{P_0 V_1}{V_2}$$

$$F = P_0 S - \frac{P_0 V_1}{V_2} S = P_0 S \left(1 - \frac{V_1}{V_2}\right) = \frac{P_0 V_1}{l_1} \left(1 - \frac{V_1}{V_2}\right)$$

$$S = \frac{V_1}{l_1} \quad V_1 \text{ и } V_2 - \text{определяются по делениям шприца}$$

l_1 – определяется линейкой

$$P_0 = 10^5 \text{ Па (справочные данные)}$$

№ 12.

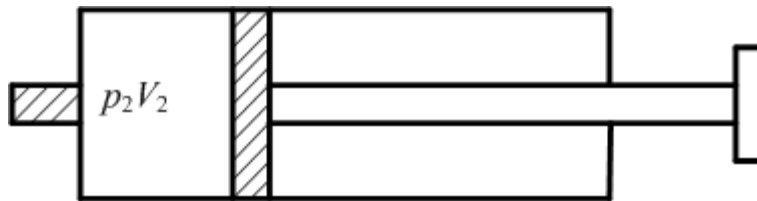


Рисунок 1 к задаче № 12

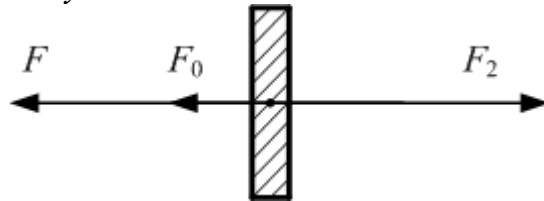


Рисунок 2 к задаче № 12

$$F_2 = F + F_0 \Rightarrow F = F_2 - F_0, \quad (1)$$

где F_0 – сила атмосферного давления

F – сила, с которой удерживаем поршень в равновесном состоянии

F_2 – сила внутреннего давления.

Процесс изотермический, тогда:

$$\begin{aligned} P_0 V_1 &= P_2 V_2 \\ P_2 &= \frac{F_2}{S} \quad P_0 V_1 = \frac{F_2}{S} V_2 \Rightarrow F_2 \\ F_2 &= \frac{P_0 V_1 S}{V_2} \end{aligned} \quad (2)$$

Уравнение (2) подставим в уравнение (1), получим:

$$\begin{aligned} F &= \frac{P_0 V_1 S}{V_2} - P_0 S = P_0 S \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right) = \frac{P_0 V_1}{h} \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right) \\ V_1 &= Sh \Rightarrow S = \frac{V_1}{h} \quad P_0 = 10^5 \text{ Па} \end{aligned}$$

V_1 и V_2 – определяется по делениям шприца

h – измеряется линейкой.

№ 13.

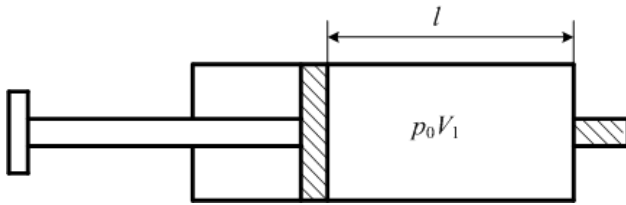


Рисунок 1 к задаче № 13

В исходном положении (рисунок 1 к задаче № 13) газ занимает объём V_1 и давление P_0 равное атмосферному.

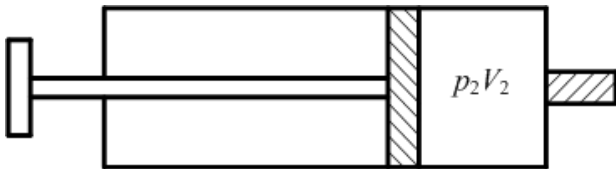
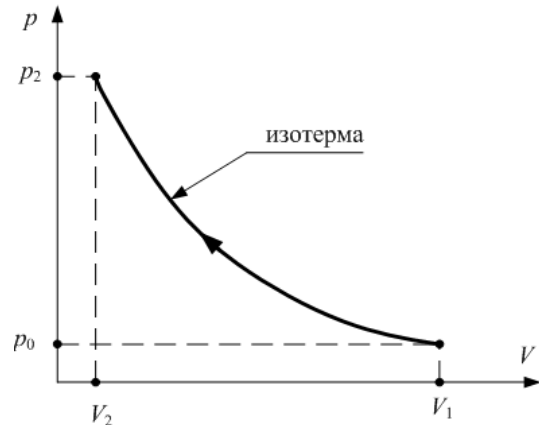


Рисунок 2 к задаче № 13



Газ сжимаем (рис. 2 к задаче № 13) до объёма V_2 и давления P_2 .

Рисунок 3 к задаче № 13

Убираем внешнее усилие. Процесс сжатия газа изображён на рис. 3 к задаче № 13.

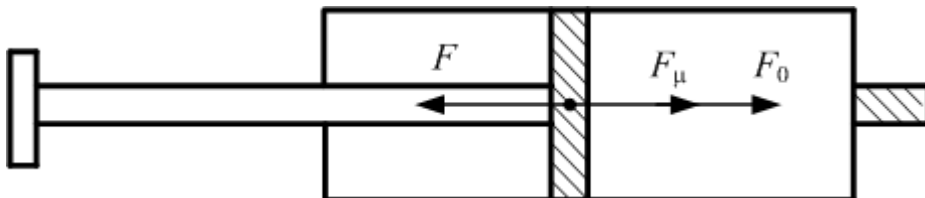


Рисунок 4 к задаче № 13

На поршень (рисунок 4 к задаче № 13) действуют три силы: сила давления внутри цилиндра F , сила атмосферного давления F_0 , сила трения F_μ .

Сила внутреннего давления уравновешивается внешними силами:

$$\begin{aligned} F &= F_0 + F_\mu \Rightarrow F_\mu = F - F_0 \\ F &= P_2 S & F_0 &= P_0 S \\ F_\mu &= P_2 S - P_0 S = S(P_2 - P_0) \end{aligned} \quad (1)$$

Поскольку процесс изотермический, воспользуемся законом Бойля-Мариотта в предположении постоянной массы и температуры.

$$p_0 V_1 = p_2 V_2.$$

Отсюда

$$p_2 = p_0 V_1 / V_2 \quad (2)$$

Уравнение (2) подставим в уравнение (1), получим

$$F_\mu = S(p_0 V_1 / V_2 - p_0) = p_0 S(V_1 / V_2 - 1) \quad (3)$$

Площадь поршня определяем по исходному состоянию поршня в цилиндре (см. рис. 1 задачи 13)

$$S = V_1 / l \quad (4)$$

Уравнение (4) подставим в уравнение (3), получим

$$F_{\mu} = V_1 p_0 (V_1 / V_2 - 1) / l . \quad (5)$$

$p_0 = 10^5$ Па. l - измеряется линейкой, V_1 и V_2 - определяются по делениям шкалы шприца.

Подсказки к решению задания № 14

1. При нормальных условиях закон Авагадро гласит: в одном моле любого вещества содержится одинаковое количество молекул, равное числу Авагадро.

Составим пропорцию:

$$\frac{V_M - N_A}{V - N} \Rightarrow N = \frac{V N_A}{V_M} ;$$

$$V_M = 22,4 * 10^{-3} \text{ м}^3 \quad N_A = 6,02 * 10^{23} \text{ 1/моль}$$

2. Концентрация молекул определяется

$$n = \frac{N}{V}$$

3. Давление газа при нагретом состоянии

$$p = nkT , \quad \text{где } k = 1,38 * 10^{-23} \text{ Дж/К.}$$

4. Сила давления газа на поршень

$$P = pS ,$$

$$S = \frac{V}{l}$$

5. Среднюю кинетическую энергию молекул газа вычисляем из:

$$\bar{E}_k = 3p / 2n = \frac{3}{2} kT ,$$

тогда

$$p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k .$$

6. Средняя квадратичная (тепловая) скорость молекул газа

$$v_{\text{ср кв}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} , \quad \text{где}$$

$$R = 8.3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \quad M_{\text{воздух}} = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

7. Изменение температуры тела приводит к изменению его внутренней энергии.

Изменение внутренней энергии ΔU равна разности её конечного U_2 и начального U_1 значений:

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

Изменение внутренней энергии газа протекает за счёт теплообмена, тогда внутренняя энергия вычисляется по формуле:

$$U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} RT, \quad \text{где}$$

m - масса газа;

M - молярная масса воздуха;

R - универсальная газовая постоянная

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} (T_2 - T_1), \quad \text{где}$$

T_1 и T_2 - термодинамические температуры, определяются термометром.

8. Используя уравнение I начала термодинамики определим количество теплоты, переданное системе (шприц + газ).

$$Q = \Delta U + A, \quad \text{т.к.}$$

V - постоянный, то $A = 0$

$$Q = \Delta U.$$

**Шприц,
как неотъемлемая часть
лабораторного оборудования**

Предисловие

Темы лабораторных работ, описанные в работе, выполняют те же дидактические цели, что и классические работы: повторение, закрепление, формирование практических умений и навыков, но подход к выполнению эксперимента нетрадиционный каждое описание работы включает: тему и цель работы, перечень необходимого оборудования, список литературы и краткие теоретические сведения по содержанию данной работы, указания к выполнению данной работы, таблицы и контрольные вопросы.

Порядок выполнения каждой лабораторной работы, для большей чёткости, изложен в виде алгоритма, предписывающего последовательности операций.

Такой подход, особенно полезен при дистанционном обучении.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Изучение движения водяной струи в поле тяготения выброшенной горизонтально

Цель работы:

1. Вычислить начальную скорость вылета водяной струи в горизонтальном направлении.
2. Построить траекторию полёта струи воды в поле тяготения.

Оборудование и средства измерения:

Медицинский шприц без иглы, сосуд с водой, масштабная линейка.

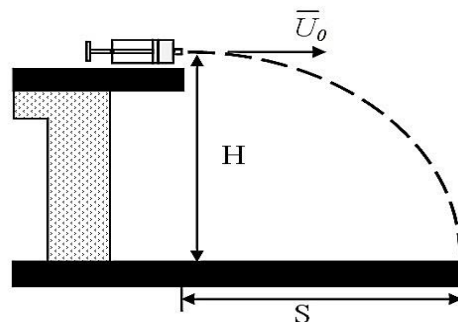
Краткое содержание и метод выполнения работы:

Изучение движения тела по параболе, брошенного горизонтально, удобно исследовать с помощью струи воды выпущенной из медицинского шприца. После прекращения действия силы на поршень вылетевшая порция воды движется равномерно и прямолинейно в направлении выстрела (по инерции) и равноускоренно под действием постоянной по величине и направлению силы тяжести.

Время полёта порции воды с высоты H , на расстоянии S , равно времени падения с этой высоты. Обоснованием этого утверждения служит второй закон Ньютона, который гласит, что ускорение тела зависит от силы, действующей на него, и от массы.

Используя эти утверждения, вычислим время вертикального падения воды из формул пути свободно падающего тела.

$$H = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (1)$$



Расстояние, на которое улетают частички воды, определяется по формуле:

$$S = v_0 \cdot t \quad (2) , \text{ где}$$

v_0 — начальная скорость вылета струи,

t — время полёта.

Из формулы (2) находим скорость вылета струи:

$$v_0 = \frac{S}{t} \quad (3)$$

Уравнение (1) подставим в уравнение (3), получим

$$v_0 = S \sqrt{\frac{g}{2H}} , \quad (4)$$

S и H определяются прямым измерением.

Указания к выполнению работы

1. Подготовить таблицу для занесения результатов, определяемых в ходе работы.

Определить		Вычислить
S	H	v
m	m	$\underline{m.}$
		$\underline{c.}$

2. Набрать в шприц воды.

3. Произвести выстрел одной порции воды в горизонтальном направлении (удобнее с уголка стола).

4. Измерить высоту, с которой произведен выстрел, и дальность полета водяных капель. Результаты занести в таблицу.

5. Вычислить начальную скорость вылета струи воды по формуле (4). Результат записать в таблицу.

6. Построить траекторию движения струи воды в поле тяготения.

Координаты x и y подсчитать через каждые 0,1 с.

Координаты y подсчитать по формуле:

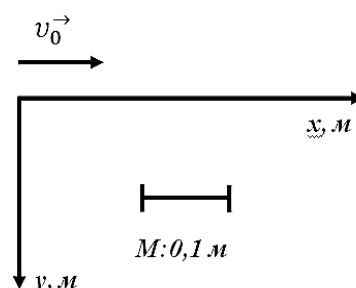
$$y = \frac{gt^2}{2}$$

t, c	0	0,1	0,2	0,3	0,4
y, m	0				

Координаты x подсчитать по формуле:

$$x = v_0 t$$

t, c	0	0,1	0,2	0,3	0,4
x, m	0				



7. Сформулировать вывод исходя из целей работы.

Контрольное задание и вопросы к нему.

Со стола, в горизонтальном направлении, произвести два выстрела водой так, чтобы дальность полёта их была разной.

1. От каких факторов зависит дальность полёта водяных частиц?
2. В каком случае траектория полёта струи круче?
3. Сравнить время полёта водяных порций, выпущенных из шприца.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Определение поверхностного натяжения воды методом отрыва капель

Цель работы:

1. Научиться одному из методов определения поверхностного натяжения жидкости.
2. Исследовать зависимость поверхностного натяжения воды от температуры и примесей.

Оборудование и средства измерения:

Медицинский шприц (без иглы), сосуды с холодной и тёплой дистиллированной водой¹, миллиметровая линейка, справочник.

Краткое содержание и метод выполнения работы:

Поверхностное натяжение жидкости определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{F_{\text{ПН}}}{l} \quad (1), \quad \text{где}$$

$F_{\text{ПН}}$ - сила поверхностного натяжения,
 l - длина границы свободной поверхности. $l = \pi D$, где D - внутренний диаметр патрубков иглодержателя.

Уравнение (2) подставим в уравнение (1) и получим:

$$\sigma = \frac{F_{\text{ПН}}}{\pi D} \quad (3),$$

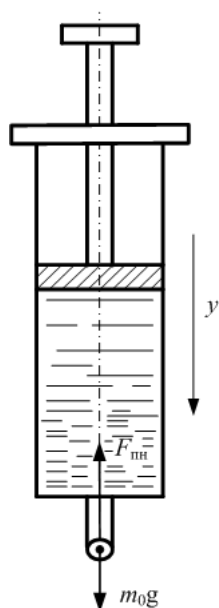


Рис. 1

На каплю действуют две силы: сила тяжести F_T и сила поверхностного натяжения $F_{\text{ПН}}$ (см. рис. 1). Капля отрывается при условии, если $F_T \geq F_{\text{ПН}}$. Пусть $F_T = F_{\text{ПН}}$, тогда:

$$F_{\text{ПН}} = m_0 g, \quad \text{где}$$

¹ Дистиллированную воду получить из снежной «шубы» на морозильной камере холодильника или использовать конденсат от кондиционера.

m_0 – масса одной капли воды.

Уравнение (4) подставим в уравнение (3), получим:

$$\sigma = \frac{m_0 g}{\pi D} \quad (5)$$

Массу одной капли определим из соотношения:

$$m_0 = \frac{m}{N} \quad (6), \text{ где}$$

m – масса всех капель,

N – число капель.

Уравнение (6) подставим в уравнение (5), получим:

$$\sigma = \frac{mg}{N\pi D} \quad (7)$$

Массу всех капель воды определим по формуле:

$$m = \rho V \quad (8), \text{ где}$$

ρ – плотность жидкости (воды),

V – объём жидкости (воды) вылившейся из шприца.

Уравнение (8) подставим в уравнение (7), получим окончательное уравнение:

$$\sigma = \frac{\rho V g}{N\pi D} \quad (9)$$

Указания к выполнению работы

1. Подготовить таблицу для занесения результатов вычислений и измерений.

Определить					Вычислить	
ρ	g	V	N	D	σ	$\sigma_{ср}$
$\frac{кг}{м^3}$	$\frac{м}{с^2}$	$м^3$	-	$м$	$\frac{Н}{м}$	$\frac{Н}{м}$
					$м$	$м$

2. Занести в таблицу справочные данные плотности воды и ускорения свободного падения.

3. С помощью миллиметровой линейки определить внутренний диаметр патрубк иглодержателя шприца. Замер занести в таблицу.

4. Определить цену деления шприца.

5. Набрать в шприц определенный объём холодной дистиллированной воды. Действуя на поршень с постоянной силой, подсчитать число капель в этом объёме. Полученный результат занести в таблицу.

6. Вычислить поверхностное натяжение воды.

7. Опыт повторить три раза.

8. Вычислить среднее арифметическое значение поверхностного натяжения. Результат сравнить с табличным значением.

9. Исследовать зависит ли поверхностное натяжение воды от температуры и примесей:

а) Вычислить поверхностное натяжение тёплой воды. Оформить в виде задачи;

б) Вычислить поверхностное натяжение мыльной воды комнатной температуры. Оформить в виде задачи.

10. Результаты экспериментов записать в виде вывода.

Контрольные вопросы

1. Почему капля - шар?

2. Определить число молекул в одной капле воды.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Экспериментальная проверка закона Бойля-Мариотта

Цель работы:

1. Экспериментально проверить справедливость закона Бойля-Мариотта.

2. Усвоить характер зависимости между объёмом и давлением газа через графическое представление.

3. Показать графически зависимость давления газа от концентрации молекул в замкнутом объёме.

Оборудование и средства измерения:

Медицинский шприц, без иглы с заглушкой, барометр-анероид (общий), миллиметровая линейка, эталонная масса - 3 шт.

Краткое содержание и метод выполнения работы:

Данная работа выполняется с помощью медицинского шприца с заглушённым иглодержателем. Закон Бойля-Мариотта для постоянной массы с неизменной температурой имеет вид:

$$p \cdot V = const$$

Запишем это уравнение для трёх состояний идеального газа:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3$$

Вычислим каждое из произведений отдельно.

Пусть газ в цилиндре, при атмосферном давлении, занимает наибольший объём V_0 , содержащий N число молекул. Патрубок иглодержателя шприца заглушим и переведём поршень в состояние A , где p_1 – давление газа в цилиндре после уменьшения его объёма.

Установившееся давление складывается из атмосферного давления p_0 и добавочного давления p_1^l , созданного при уменьшении объёма

$$p_1 = p_0 + p_1^l \quad (2)$$

Давление p_1^l определяется из соотношения:

$$p_1^l = \frac{F}{S} \quad (3)$$

Силу давления F на поршень определим по формуле:

$$F = mg \quad (3')$$

где m - эталонная масса, нагружаемая на поршень цилиндра.

Площадь поршня S выразим через объём газа в цилиндре V_0 и длину столба газа l (Рис. 1)

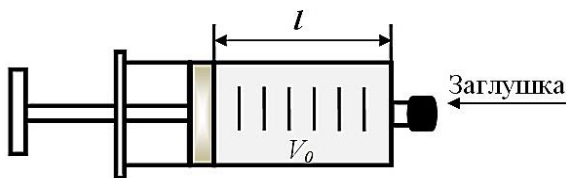


Рис. 1

$$S = \frac{V_0}{l} \quad (3'')$$

Уравнение (3') и (3'') подставим в уравнение (3), получим:

$$p_1^l = \frac{m \cdot g \cdot l}{V_0} \quad (4)$$

Уравнение (4) подставим в уравнение (2), получим:

$$p_1 = p_0 + \frac{m \cdot g \cdot l}{V_0} \quad (5)$$

Уравнение (5) подставим в уравнение (1), получим:

$$A = \left(p_0 + \frac{m \cdot g \cdot l}{V_0} \right) \cdot V_1 \quad (6) , \text{ где}$$

p_0 - определяется по барометру;

l - измеряется линейкой;

V_0 и V_1 - отмечаются по шкале шприца.

Нагружая на поршень массы 2 м и 3 м, определяем объёмы газа в цилиндре V_2 и V_3 .

Вычислим новые состояния газа ($B = p_2 \cdot V_2$, $C = p_3 \cdot V_3$) по формулам:

$$B = \left(p_0 + \frac{2m \cdot g \cdot l}{V_0} \right) \cdot V_2 ; \quad C = \left(p_0 + \frac{3m \cdot g \cdot l}{V_0} \right) \cdot V_3$$

Результаты A , B и C сравнить.

Указания к выполнению работы

1. Подготовить таблицу для записи результатов и вычислений.

Определить							Вычислить		
p_0	m	V_0	l	V_1	V_2	V_3	$p_1 \cdot V_1$	$p_2 \cdot V_2$	$p_3 \cdot V_3$
Па	кг	м ³	м	м ³	м ³	м ³	Па · м ³	Па · м ³	Па · м ³

2. Определить цену деления шприца.

3. По барометру² определить атмосферное давление. Показания занести в таблицу.

4. Поршень цилиндра вывести на наибольший объём цилиндра V_0 заглушить отверстие иглодержателя. Линейкой измерить длину столба газа заключенного в цилиндре. Измерения занести в таблицу.

5. Шприц опереть на стол заглушкой вниз.

6. Придерживая шприц рукой, нагрузить ручку поршня массой m , $2m$ и $3m$ (книги³) и фиксировать при этом объёмы V_1 , V_2 и V_3 (рис. 2).

7. Вычислить произведение давления газа на его объём. Результаты занести в таблицу.

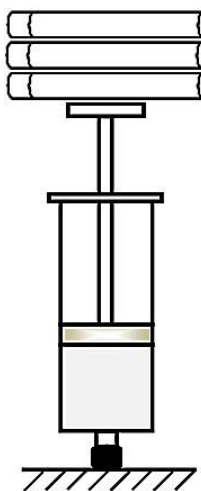


Рис. 2

8. Сравнить результаты опытов

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 = p_3 V_3$$

9. Построить график зависимости между объёмом и давлением газа (см. рис. 3):

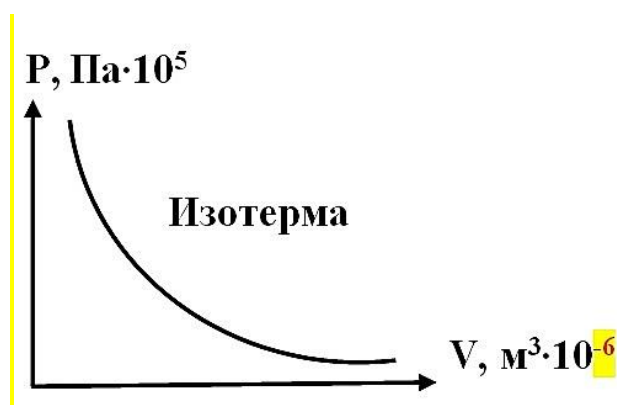


Рис. 3.

P	V

² При отсутствии барометра атмосферное давление принять равным 760 мм рт. ст. = $1,01 \cdot 10^5$ Па

³ Например, сборник задач, массу которого определить заранее.

10. Построить график зависимости давления газа от концентрации молекул n . Использовать переменные на рис. 4.

$$n = \frac{N}{V}$$



Рис. 4.

Число молекул N в объеме газа V_0 определить по формуле:

$$N = \frac{V_0 N_A}{V_M}, \text{ где}$$

$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ 1/моль – число Авогадро.

$V_M = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ – объем одного моля газа;

11. Из проделанной работы сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Какова зависимость между плотностью газа и давлением при одной и той же температуре?

2. Вычислить плотность воздуха в цилиндре при объеме V_2 .

Плотность воздуха при нормальных условиях $1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Определение температуры воды на основе закона Гей-Люссака

Цель работы:

1. Научиться одному из приёмов определения температуры, без применения термометра.

2. Показать графически зависимость объема газа от температуры при изобарном процессе.

Оборудование и средства измерения:

Медицинский шприц (без иглы), сосуд с холодной водой, сосуд с горячей водой, лёд.

Краткое содержание и метод выполнения работы:

Данная работа выполняется с помощью медицинского шприца без иглы. Закон Гей-Люссака для постоянной массы газа при неизменном давлении имеет вид:

$$\frac{V}{T} = \text{const}$$

Запишем это уравнение для двух состояний газа:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (1), \text{ где}$$

T_1 и T_2 - температуры газа теплообменников, следовательно и температуры газа в цилиндре шприца.

V_1 и V_2 - объём газа в цилиндре при температурах T_1 и T_2 .

Пусть газ в цилиндре, при открытом иглодержателе шприца, занимает наибольший объём. Помещаем шприц в теплообменник с горячей средой. Через некоторое время излишки газа выйдут и оставшийся объём газа при температуре T_1 будет равен V_1 .

Заглушим пальцем отверстие иглодержателя и перенесём шприц в теплообменник со средой при нормальных условиях, т.е. при температуре 0°C (сосуд с водой в которой плавает лёд).

В цилиндр зайдёт вода ΔV и газ займёт объём:

$$V_2 = V_1 - \Delta V \quad (2)$$

Уравнение (2) подставим в (1), получим:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2 - \Delta V}{T_2} \quad (3)$$

Из уравнения (3) находим температуру теплообменника с горячей средой T_1 :

$$T_1 = \frac{V_1 T_2}{V_1 - \Delta V} \quad (4)$$

Обозначим V_1 через V_Γ и T_1 через T_Γ , T_2 через T_X , тогда уравнение (4) примет вид:

$$T_\Gamma = \frac{V_\Gamma T_X}{V_\Gamma - \Delta V} \quad (5)$$

V_Γ и ΔV определяются по шкале шприца, $T_X = 273\text{K}$.

Указания к выполнению работы

1. Подготовить таблицу для записи результатов и вычислений.

Определить			Вычислить	
T_X	V_Γ	ΔV	V_X	T_Γ
K	м^3	м^3	м^3	K

2. Определить цену деления шприца.

3. Приготовить два стакана с водой: один стакан с тёплой водой, другой с водой, в которой плавает лёд.

4. Поршень шприца вывести на наибольший объём цилиндра.

5. Шприц погрузить в стакан с горячей водой (рис. 1) и подождать пока из цилиндра выйдет излишек воздуха. Оставшийся в цилиндре воздух, соответствующий объёму газа в горячей среде, определить по шкале шприца. Данные занесите в таблицу.

6. Заглушить патрубком шприца и перенести шприц в стакан с ледяной водой (рис. 2). Подумать над тем, почему вода заходит в цилиндр? Объём воды ΔV , вошедшей в цилиндр, определить по шкале шприца. Результат записать в таблицу.

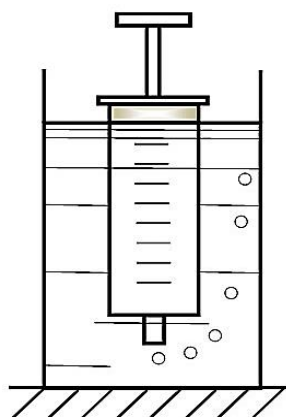


Рис. 1.

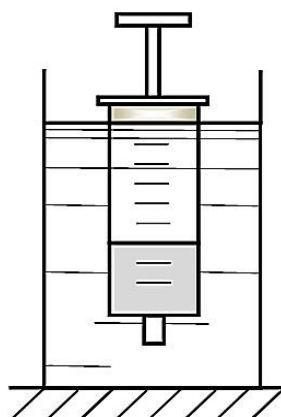


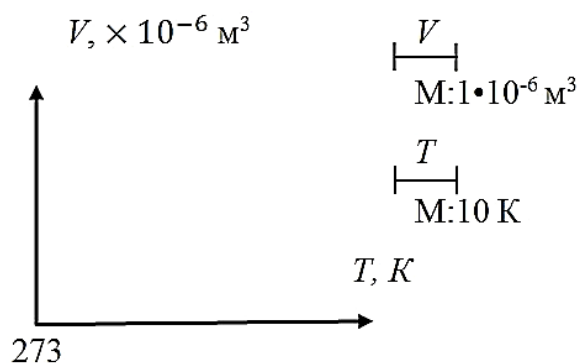
Рис. 2.

7. Вычислить объём воздуха в цилиндре при температуре 0°C .

8. Вычислить температуру горячей воды по формуле (5).

9. Вычислить отношение объёма газа к его температуре для двух состояний и сравнить результаты между собой. Все вычисления занести в таблицу.

10. Построить график зависимости объёма газа от температуры при постоянном давлении.



11. Из проделанной работы сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Что явилось причиной подъёма воды в шприце при охлаждении его?
2. Определите массу воды, которая вошла в шприц.

3. Чем объяснить, что пустая пластиковая бутылка, плотно закрытая пробкой, деформируется при понижении температуры?

Прикладное применение медицинского шприца

Начну с того, что на региональной выставке в г. Ростов-на-Дону по техническому творчеству, на секции «Юные рационализаторы и изобретатели», ученик 7 класса, из лицея № 4 г. Таганрога, Каменский Владислав стал призёром за следующее прикладное применение шприца:

1. Водяная пушка

Прибор для качественного исследования дальности полёта порции воды от угла наклона «ствола пушки» относительно горизонта.

К деревянной основе прибора прикреплена тонкая пластина, на которой нанесена угловая мера: 0° , 20° , 30° , 45° , 70° .

К этой пластине прикреплено поворотное устройство, у котором крепится цилиндр шприца.

2. Шприц-лекарь № 2.

Шприц-лекарь № 1 предназначен для подкожного впрыскивания лекарственных средств.

Шприц-лекарь № 2 предназначен для наружного нанесения лекарственных средств на ссадину, царапину или порез.

За аналог «Лекарь-2» взят фломастер, в корпусе которого находится пористое вещество пропитанное красителем.

3. Распылитель.

Применяется для обработки листьев водяной пылью небольших комнатных растений.

На иглодержатель шприца насаживается головка-распылитель от дезодоранта.

4. Мензурка

Представил три вида мензурок из шприцов: 160 мл, 20 мл и 10 мл.

Используя его идею, во внеурочное время, изготовили комплекты мензурок на весь класс. Мензурки оказались прочными и по цене дешевыми.

Литература

1. Атаманченко А.К., Давиденко А.А. Экспериментальные задачи по физике и методы их решения. - Таганрог. Издательство «Ньюанс», 2003. - 50 с.
2. Учебная физика. Научно-практический журнал, статья Атаманченко А.К. «Нестандартный подход в лабораторном эксперименте». Издательство М. Исморао, 2005. - 27-36 с.
3. Атаманченко А.К. Лабораторные работы по физике. Таганрог. Издательство «Ньюанс», 2012. - 102 с.
4. Атаманченко А.К., Махненко С.Г. Обобщающие лабораторные работы за курс физики основной школы. Издательство ООО «Легион», Ростов-на-Дону, 2017. - 70 с.