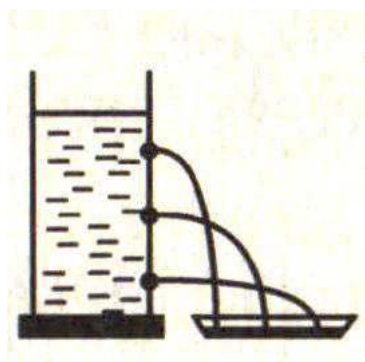


-2 Струя из бутылки. Приборы и оборудование

Условие

Задача 10-2 Струя из бутылки.

Приборы и оборудование: бутылка с водой, капельница одноразовая, штатив с лапками, секундомер, мензурка, линейка 40 см, стакан, пластиковый желоб.



Из одного учебника в другой кочует рисунок, иллюстрирующий формулу Торричелли. Ваша задача доказать, что его нарисовал человек, не только не знающий физики, но и никогда не проводивший данный эксперимент!

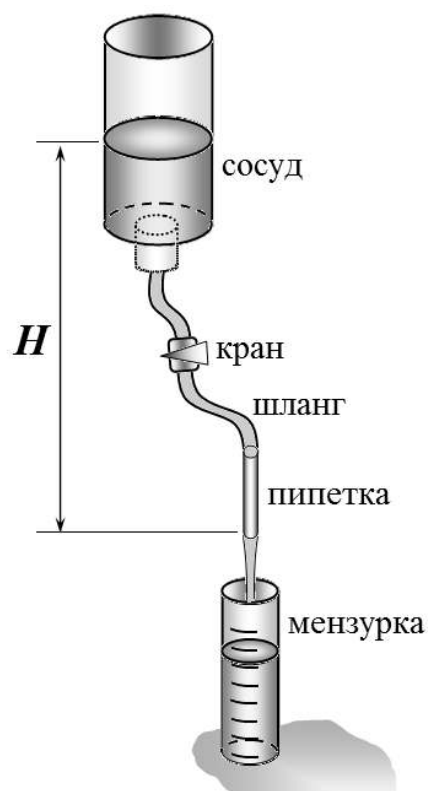
В вашем распоряжении имеется следующая установка: перевернутая пластиковая бутылка (сосуд) с водой, в крышку бутылки вставлен пластиковый шланг с краном, на конце шланга закреплена стеклянная пипетка, струя из пипетки может попадать в мензурку. Вся система крепится на штативе (на рисунке не показан).

Часть 1.

1.1 Обозначим скорость воды в струе на выходе из пипетки v_0 , радиус отверстия пипетки r . Запишите формулу для расхода воды q (объема воды, вытекающей в единицу времени $q = \frac{\Delta V}{\Delta t}$), вытекающей из пипетки.

1.2 Измерьте зависимость расхода воды q от гидравлического напора воды H (высоты между нижним краем пипетки и верхним уровнем воды в сосуде). Постройте график полученной зависимости.

При измерениях кран держите полностью открытым, поддерживайте постоянным уровень воды в сосуде, регулярно подливая воду в сосуд.



1.3 Скорость вытекания воды зависит от высоты H , эта зависимость может быть выражена формулой

$$v_0 = CH^\gamma, \quad (1)$$

где C - постоянный коэффициент, зависящий от параметров установки. На основании результатов ваших измерений определите показатель степени⁵ γ , при котором формула (1) наиболее точно описывает результаты ваших измерений. При необходимости выделите и укажите диапазон высот, в котором формула (1) с найденным показателем степени применима.

⁵ Для повышения вашей эрудиции отметим, что при $\gamma = 0,5$ формула (1) носит имя Торричелли, а при $\gamma = 1$ - Пуазейля.

Часть 2.

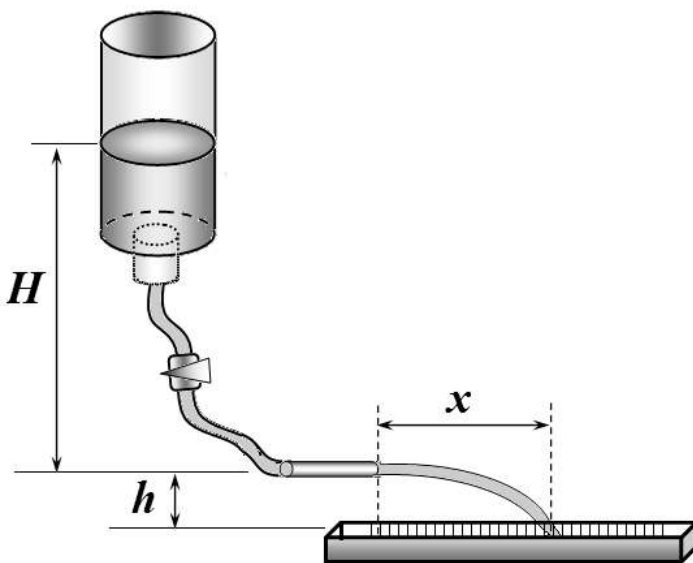
Закрепите пипетку горизонтально. Под струю подставьте пластиковый желоб, вода из которого должна стекать в сливной сосуд. Для этого желоб слегка наклоните. В данной части вам необходимо измерять дальность полета струи x . Для этого на дно желоба положите пластиковую линейку.

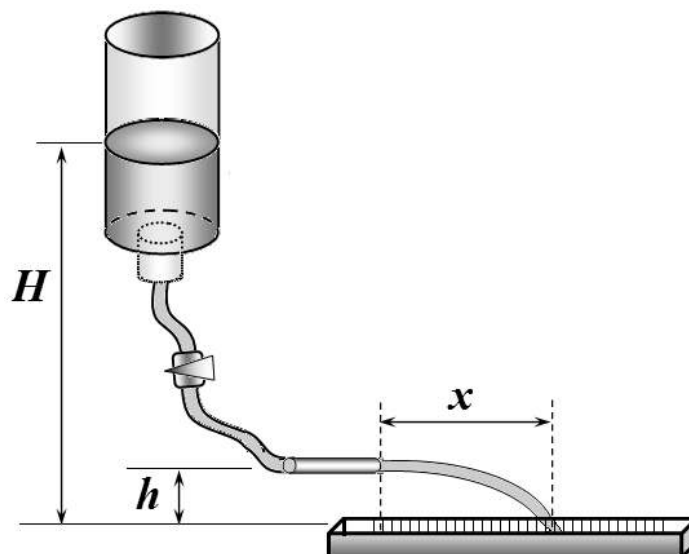
2.1 (Теоретическая задача) Выразите дальность полета струи x через начальную скорость воды в струе v_0 (на выходе из пипетки) и высоту пипетки над срезом желоба h . Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

2.2 Измерьте зависимость длины струи x от гидравлического напора воды H . Измерения проведите для двух значений высоты пипетки $h \approx 7$ см и $h \approx 15$ см. Постройте графики полученных зависимостей.

На бутылку прикреплена полоска миллиметровой бумаги, которую следует использовать в качестве шкалы. Величина H изменяется из-за того, что вода вытекает из бутылки. Старайтесь поменьше пользоваться краном на шланге. Для получения нужной зависимости достаточно провести измерения при двух положениях бутылки. Не стремитесь достичь больших значений H - при этом струя разбивается на капли. Вполне достаточно ограничиться диапазоном $H < 30$ см.

2.3 Еще раз проверьте выполнимость формулы (1). Укажите причины, по которым расчеты по эти формулам не соответствуют результатам вашего эксперимента. Выберите диапазон изменения H , в котором исследуемая зависимость является линейной, оцените параметры этих зависимостей для двух значений h .





Часть 3.

3.1 Найдите отличие рисунка данной части, от рисунка, приведенного в части 2.

3.2 Оставляя высоту H неизменной, измерьте зависимость дальности полета струи от высоты h . Измерения проведите для одного значения H (выберите его самостоятельно и не забудьте указать его в своей тетради). Постройте график полученной зависимости.

3.3 Укажите, при каком отношении $\frac{h}{H}$ дальность струи максимальна.

3.4 Исправьте рисунок, послуживший основой идеи данной задачи - нарисуйте правильный рисунок, соответствующий результатам ваших экспериментов.