

# ОПЫТЫ С БУТЫЛКАМИ

Пластиковые бутылки из-под минеральной воды, прочно вошедшие в наш быт, пользуются большим успехом у любителей мастерить. Но они же могут стать прекрасным наглядным пособием. Доцент кафедры общей физики Казанского государственного университета Рустам Валиевич Даминов вместе с братом, учителем физики, Радиком Валиевичем придумали более пятидесяти простых опытов с пластиковыми бутылками. Часть их была опробована на уроках физики в 7—11-х классах трех казанских школ, на лекциях в Казанском государственном университете (КГУ) и на курсах повышения квалификации учителей. Большой интерес вызвал доклад «Демонстрационные опыты с пластиковыми бутылками» на Съезде российских физиков-преподавателей «Физическое образование в XXI веке», состоявшемся летом прошлого года в МГУ им. М. В. Ломоносова. Описания опытов были собраны в отдельную брошюру (Р. Даминава, Р. Даминов, Р. Даминов. Физический эксперимент. Это просто! — Казань: Новое знание, 2000). Вышла она мизерным тиражом 500 экземпляров, который разошелся в основном среди сотрудников КГУ. Представляем с небольшими сокращениями несколько простых и наглядных опытов из этой работы.

## АВТОКОЛЕБАНИЯ

Механическое колебательное движение обычно изучают, рассматривая поведение какого-нибудь маятника: пружинного, математического или физического. Поскольку все они тела твердые, интересно создать устройство, демонстрирующее колебания жидких или газообразных тел.

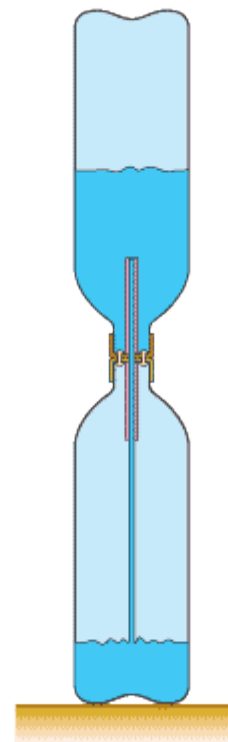
Для этого можно воспользоваться идеей, заложенной в конструкцию водяных часов. Две полуторалитровые бутылки соединяют так же, как и в водяных часах, скрепив крышки. Полости бутылок соединяют стеклянной трубкой длиной 15 сантиметров, внутренним диаметром 4—5 миллиметров. Боковые стенки бутылок должны быть ровными и нежесткими, легко сминаться при сдавливании.

Для запуска колебаний бутылку с водой располагают сверху. Вода из нее начинает сразу же вытекать через трубку в нижнюю бутылку. Примерно через секунду струя самопроизвольно перестает течь и уступает проход в трубке для встречного продвижения порции воздуха из нижней бутылки в верхнюю. Порядок прохождения встречных потоков воды и воздуха через соединительную трубку определяется разницей давлений в верхней и нижней бутылках и регулируется автоматически.

О колебаниях давления в системе свидетельствует поведение боковых стенок верхней бутылки, которые в такт с выпуском воды и впуском воздуха периодически сдавливаются и расширяются. Поскольку процесс саморегулируется, эту аэрогидродинамическую систему можно назвать автоколебательной.

## АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Все мы постоянно пребываем на дне воздушного океана под прессом тяжести его многокилометровой толщи. Но тяжесть эту мы не замечаем, как не задумываемся и о необходимости время от времени вдыхать и выдыхать этот воздух.



Для показа действия атмосферного давления нужна горячая вода, но не крутой кипяток, чтобы бутылка не деформировалась. Сто—двести граммов такой воды наливают в бутылку и несколько раз интенсивно встряхивают, прогревая тем самым находящийся в бутылке воздух. Затем воду выливают, а бутылку сразу же плотно закрывают крышкой и ставят на стол для обозрения.

В момент закупоривания бутылки давление воздуха в ней было одинаково с наружным атмосферным давлением. Со временем воздух в бутылке остывает и давление внутри нее падает. Возникшая разница давлений по обе стороны стенок бутылки приводит к ее сдавливанию, сопровождающемуся характерным хрустом.

### ТЕПЛОВОЙ ФОНТАН

В этом опыте демонстрируют водяную струю, вылетающую из бутылки под действием избыточного давления в ней. Основной деталью конструкции фонтана является жиклер, установленный в бутылочной крышке. Жиклер представляет собой винт, вдоль продольной оси которого имеется сквозное отверстие малого диаметра. В опытной установке удобно использовать жиклер от выработанной газовой зажигалки.

Мягкая пластиковая трубка плотно надета одним концом на жиклер, а другой ее открытый конец располагается близ дна бутылки. Примерно треть объема бутылки занимает прохладная вода. Крышка на бутылке должна быть герметично закручена.

Для получения фонтана бутылку обливают из кувшина теплой водой. Заключенный в бутылке воздух быстро прогревается, его давление повышается, и вода выталкивается наружу в виде фонтанчика на высоту до 80 сантиметров.

Этот опыт можно использовать для демонстрации, во-первых, зависимости давления газа от его температуры и, во-вторых, работы по поднятию воды, совершаемой расширяющимся воздухом.

