

МОИ КАРТЕЗИАНСКИЕ ИГРУШКИ

*Когда имеешь дело с водой, посоветуйся с опытом.
Леонардо да Винчи*

Есть в моей квартирке укромные места, куда я не заглядывал много-много лет. Например, самый дальний угол антресолей.

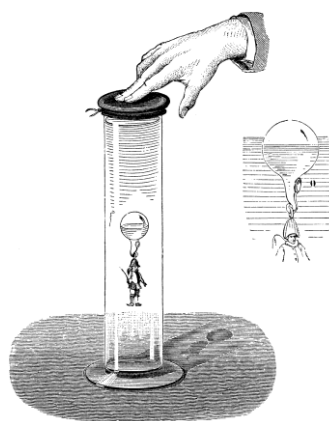
– А-пчхи! – пылища-то, какая. По перевязанной стопке папок понял, что это период начала моей работы в школе. А что это за свёрток? И лёгкий, какой... Что в нём может быть?.. Разорвал пожелтевшую газетную обёртку. Оказалось, что история...

Помятая полуторалитровая пластиковая бутылка. Я, конечно же, всё вспомнил.

В детстве у меня была игрушка (выпускаемая в СССР в 70-80-х годах) – пластмассовый водолаз. Набирая в себя воду, он опускался на дно ванны. При дуновении в трубочку, которая связывала его с поверхностью, в него поступал воздух, вытесняющий воду. Игрушка становилась легче и поднималась к поверхности. Таким образом, можно было управлять плавучестью водолаза, заставляя его всплывать, зависать на определённой глубине и опускаться на дно. Не хитрая затея, но выманить меня из ванной комнаты во время игры было сложно.



Много раньше этих событий, лет триста (с хвостиком) назад, французский учёный Рене Декарт (по-латыни его фамилия – Картезий) проделал опыт, который был так популярен, что на его основе создали игрушку, которую называли «Картезианским водолазом» или «Поплавок Декарта». Прибор представлял собой стеклянный цилиндр, наполненный водой, в котором вертикально плавала фигурка человечка. Фигурка находилась в верхней части сосуда. Когда нажимали на резиновую пленку, закрывавшую верх цилиндра, фигурка медленно опускалась вниз, на дно. Когда переставали нажимать, фигурка поднималась вверх. Воздух в фигурке, в отличие от моего водолаза не поступал извне, а сжимался и расширялся, влияя на плавучесть игрушки.

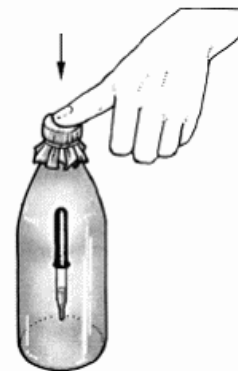


Рене Декарт 1596-1650 (Renatus Cartesius) и его водолаз

Однажды, мне – малышу, один старшеклассник показал удивительный фокус. Обычную стеклянную бутылку он доверху заполнил водой и бросил туда несколько спичечных головок, обломанных почти у края. После того, как они некоторое время там помокли, он плотно заткнул горлышко бутылки пальцем и скомандовал «Спички, вниз!». Незаметно нажав на воду пальцем-поршнем, он отправил спички одну за другой ко дну.

«– Спички, вверх!», – и они устремились вверх. Это было восхитительно. Узнав секрет, я, конечно же, попытался повторить фокус. Но, увы, пальчик оказался мал и проваливался в горлышко, не создавая нужного давления. Как же я был тогда разочарован.

Когда я начал изучать физику в школе, то добился стабильности результата и понял причину. Нашёл в книге надёжный вариант. Бутылка наполняется водой, а в качестве водолаза берётся пипетка. В неё набирают немного воды и опускают в горлышко бутылки. Она должна плавать в вертикальном положении и своим верхним резиновым концом быть чуть выше уровня воды в бутылке. При этом от легкого толчка пальцем пипетка должна погружаться, а затем медленно всплывать. На горлышко бутылки натягивается упругая плёнка (жертвуем воздушным шариком или резиновой перчаткой) и фиксируется. При нажатии пальцем (любой величины!) на резинку, давление передается воде. Вода проникает в пипетку через отверстие, пипетка становится тяжелее и опускается на дно. При прекращении давления сжатый воздух внутри пипетки удаляет лишнюю воду, пипетка становится легче и всплывает. Можно даже заставить её зависнуть между дном и поверхностью. – Пипетка, слушай мою команду!..



Когда же я стал учителем физики, то оценил дидактическую ценность этой забавы и не один мой урок по темам «Закон Паскаля», «Сила Архимеда» и «Плавание тел» не обошелся без этой демонстрации. Если сила Архимеда больше силы тяжести, то тело всплывает; если меньше, то тонет; равны – зависает. (Можно сравнивать и изменяющуюся среднюю плотность тела с плотностью жидкости). Ученики приглядываются к поплавку, и замечают, что объём воздуха внутри него меняется в зависимости от силы нажатия на резинку. Меняется и архимедова сила (и средняя плотность поплавка). Полная аналогия с подводной лодкой. – Кому не ясно?

Для своих учеников, помнится, придумал даже лабораторную работу по оценке создаваемого давления, для чего замечали начальный и конечный объём воздуха в поплавке (см. закон Бойля – Мариотта).

Если пипетку покрасить, то от пытливых глаз скроется причина изменения плавучести – возникает, столь любимая мною, проблемная ситуация.

Если же вместо маленькой бутылки использовать большую мензурку или огромную трубку Ньютона, а пипетку заменить большой пробиркой, то мы получим величественность, которая вызывает эмоции пропорциональные своим размерам.

Вместо резиновой плёнки сосуд можно закрыть пробкой, к отверстию в которой будет присоединена резиновая груша. Управление плавучестью поплавка в этом случае будет достигаться сжатием груши. Грушу, спрятанную за раскрытым учебником физики, можно соединить с сосудом и с помощью длинной гибкой трубочки. Перемещения поплавка будут видны, а причина – нет. Зрителям будет интересно отгадать, что же скрывается за страницами (и на страницах) книги.

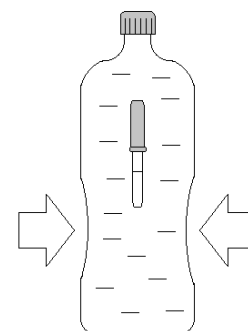
Альтернативное влияние на поплавок – та же трубочка, но заполненная водой. Незначительный её подъём или опускание над сосудом будет приводить к изменению гидростатического давления.

В памяти всплыла экспериментальная загадка о плавающей внутри открытой бутылки перевернутой пробирке. Заметим, что она частично заполнена водой и её осадка максимальна. Чтобы реализовать это на практике, пришлось проявить некоторую сноровку. Внимание, вопрос! Как самым простым способом утопить пробирку?.. Оказывается, сделать это можно, если сильно подуть в её горлышко. Просто сделать, да не просто догадаться. Кстати, во сколько раз для достижения результата надо сильнее дуть, если с первой попытки пробирка погрузилась лишь на половину требуемой глубины?



В 90-е годы в нашей стране стали появляться заграничные товары, в том числе революционная тара. Раньше для хранения напитков использовалось стекло, металл и бумага. А тут вдруг появился пластик... Лёгкий, дешёвый и ударостойкий. В том свёртке, на антресолях была пластиковая бутылка, которую мне достали по знакомству. Точнее, достали две – одну я отложил про запас, а другая сразу пошла в дело.

Для управления картезианским водолазом в такой бутылке достаточно лишь слегка сжать её бока. Делать это можно незаметно, удерживающей рукой. И не надо бояться падения такого сосуда на пол. – А зачем ей падать? – спросите вы. – Например, если вы желаете продемонстрировать отсутствие в невесомости выталкивающей силы, – поясню я, – нажав на стенки, топите водолаза, а затем отправляете бутылку в вертикальный полёт. Пока в полёте и в невесомости – поплавков не всплывает, ведь сила Архимеда – результат весового давления жидкости. Ронять на пол не обязательно, но вы же понимаете, процесс настолько увлекателен, что рано или поздно...



Я помню тот свой восторг по поводу нахождения альтернативы стеклу и раскрытия новых возможностей.

Вот я сдавливаю бутылочный корпус снизу, и водолаз послушно устремляется вниз. Но понимают ли мои собеседники суть происходящего? Пластиковая тара предоставляет возможность проверки, и я предлагаю им предсказать поведение игрушки при сдавливании бутылки сверху...

В старинной литературе читал, что раньше картезианского водолаза делали в виде маленьких стеклянных игрушек, называемых «водяными танцорами» или «водяными чёртиками». Одного из них я купил по случаю в «Технораме» – швейцарском научно-познавательном музее. Теперь живёт у меня в пластиковой бутылочке. Чёртик представляет собой декоративный объект с известными нам свойствами: открытая с нижнего конца труба (пузырь выдувного стеклоизделия) почти нейтральной плавучести. При вертикальном перемещении внутри бутылки игрушка вращается (это что-то новое) вокруг своей оси.

Как-то раз, решая с ребятами такую изобретательскую задачу, мы придумали снабдить своего водолаза крыльчаткой (винтом) с лопастями из жести. Перемещаясь вверх-вниз, наш модернизированный водолаз как бы ввинчивался в воду и послушно вращался.

Но водяной чёртик дразнил меня своей избирательностью: он опускался без вращения, а поднимаясь – начинал кружиться. Присмотрелся к игрушке и обратил внимание, что хвосту стеклянного пузыря дали некоторый поворот. Поток воды из пузыря (при подъёме игрушки вверх) и создавал вращение за счёт реактивного движения. Может показаться, что жидкость, втекающая в изогнутые трубки (при опускании игрушки вниз), вследствие давления на стенки трубок должна создать вращающий момент и вызвать вращение. Однако этого не происходит!



В одном из представлений Театра Занимательной Науки мы демонстрируем нашим зрителям подобный эффект на модели «водяного чёртика», который сделан из перевернутой пробирки, закрытой пробкой, сквозь которую пропущены два «хвоста» – трубочки, изогнутые подобно трубочкам сегнерова колеса. Необходимая начальная плавучесть «чёртика» регулируется количеством воды внутри пробирки. Работает не хуже своего оригинала. Чертовски (извините за выражение) интересная загадка. Мы дарим её своим

зрителям. В конце позапрошлого века это явление привлекло внимание выдающегося русского учёного Н. Е. Жуковского. Теперь эта загадка Ваша.

Иногда взгляд со стороны (к тому же непрофессионала) многого стоит. Недавно в одиннадцатый вечера у меня зазвонил телефон. Незнакомец представился зрителем нашего театра. Он сообщил, что к науке не имеет никакого отношения, зато решил подарить нам идею замечательного опыта – «картезианского водолаза». Мечтая о сне, я всё же приготовился к вежливой беседе. Любой человек, познакомившийся с водолазом, от него в восторге, – подумал я, – но мне про него известно почти всё... И я был счастлив ошибиться. Идея состояла в перестановке бутылки с водолазом с синего листа бумаги на красный (и незаметным сжатием корпуса). Или как вариант, освещением бутылки лучами разного цвета. При этом водолаз приходит в движение! Сон пропал, я оценил красоту провокационной гипотезы. Найти такую – удача.

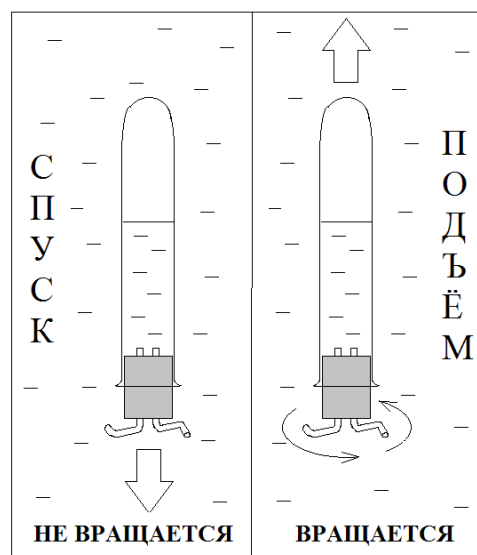
Но что же, а-пчхи, делать с находкой на антресолях? В наше время пластиковые бутылки не дефицит, а бросовый материал. Но выбросить – рука не поднимается.

Я достаю из холодильника «живой» пакетик (3,5см×6см) кетчупа. Внутри пластиковой упаковки – соус, а также некоторое количество воздуха. (Нет пакетика, не беда. Его можно заменить сдутым воздушным шариком, который надо утяжелить ложкой песка и, оставив внутри чуть-чуть воздуха, крепко перевязать горловину). Наш водолаз должен иметь почти нулевую плавучесть. Но не имеет. Нужного результата я добиваюсь в чаше с водой, цепляя к пакету железные скрепки. А при достижении – засовываю его в нутро исторической бутылки, заливаю водой и накрепко закручиваю крышку.

– Кетчуп, вниз! – команду я, и пакетик послушно выполняет команду. – Кетчуп, вверх!.. – Кетчуп, замри!..

Очарование. Восторг. Как в детстве...

Так и играю всю жизнь в свои игрушки.



22.02.16