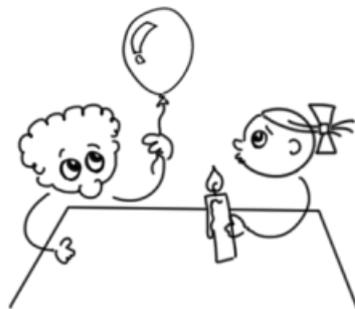


## Сделай опыт

Сделав опыт, разберитесь в его объяснении, а затем покажите его своим друзьям, знакомым или одноклассникам (для этого можно предварительно договориться с учителем физики о демонстрации на уроке).

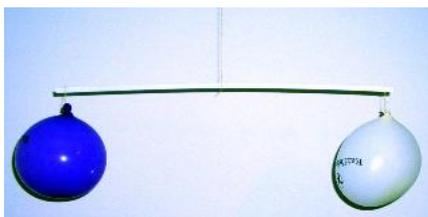


*Есть опыт – занимательный!  
И, если ты внимательный,  
Умом самостоятельный  
И с физикой на «ты»  
То опыт занимательный –  
Весёлый, увлекательный –  
Тебе откроет тайны  
И новые мечты!*

### 1. Имеет ли воздух вес?

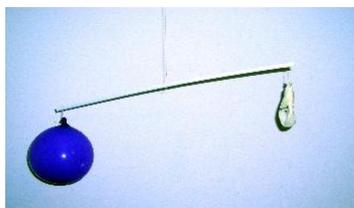
Материалы. Два воздушных шарика, длинный стержень (трубочка, рейка, линейка и т.п.), подвес для стержня.

Порядок проведения эксперимента. Хорошенько надуйте шарики и привяжите их к концам стержня. Подвесьте его на нити и, смещая точку подвеса, уравновесьте систему так, чтобы стержень находился в горизонтальном положении. Проверьте, возвращается ли система после отклонения опять в положение равновесия.



Первоначально шарики находятся в равновесии

Выпустите воздух из одного шарика, проколите его. Спустя некоторое время, когда система успокоится, надутой воздушный шарик опустится ниже другого. Это свидетельствует о том, что шарик, заполненный воздухом, весит больше пустого шарика. Значит, воздух имеет вес!



Состояние системы после прокалывания одного из шариков

Рекомендации. Чтобы оболочка воздушного шарика при прокалывании не лопнула в нескольких местах, наклейте скотч на место, где будет сделан прокол. Естественно, что уравнивать шарик следует только после наклеивания скотча. Когда оболочка шарика при помощи острой иглы прокалывается в заклеенном скотчем месте, шарик не лопается и воздух медленно выходит в образовавшееся отверстие.

Физический комментарий. Точное объяснение этого опыта требует учёта выталкивающей (архимедовой) силы, действующей на шарик со стороны окружающего воздуха. Если бы воздух в шарике не был сжат, то выталкивающая сила была бы равна силе тяжести, действующей на воздух в шарике, и эти силы взаимно компенсировались. Тогда вес надутого шарика был бы равен весу пустого. Из-за этого данный опыт нельзя провести, например, с наполненным воздухом полиэтиленовым пакетом. Однако, вследствие упругости резиновой оболочки шарика, воздух в шарике сжимается, и его плотность становится больше, чем плотность воздуха снаружи. Поэтому выталкивающая сила, действующая на шарик, меньше силы тяжести, действующей на воздух в нём. Вес шарика с воздухом оказывается больше веса пустого шарика.

## 2. Торнадо в бутылке

Желаете исследовать некоторые свойства воды и воздуха, изучая, как вода выливается из бутылки за считанные секунды? Желаете посадить в бутылку «торнадо» и показывать знакомым его крутой нрав? Тогда за дело!

Материалы. Две пластиковые бутылки объёмом 1-1,5л; чаша (или другая ёмкость) для воды; секундомер; металлическая шайба (с диаметром отверстия около 1см); клейкая лента (скотч).

Порядок проведения эксперимента. Очистите бутылки от наклеек, чтобы можно было наблюдать то, что происходит внутри.

1. Наполните бутылку доверху водой и переверните над чашей. Засеките по секундомеру время опорожнения бутылки.
2. Предложите своим друзьям найти способ, который позволит сократить время вытекания воды. Предупредите, что корпус бутылки сжимать запрещается.
3. Если они не справятся с заданием, продемонстрируйте им как это можно сделать. Перевернув бутылку, совершите несколько быстрых круговых движений бутылки относительно вертикальной оси, так чтобы вода в сосуде приобрела вращательное движение. В возникшем вихре вода переместится в чашу за меньшее время.



Рекомендации. При желании Вы можете сделать из двух бутылок устройство, которое позволит многократно переливать воду (не проливая её) и наблюдать за водяной воронкой. Для этого:

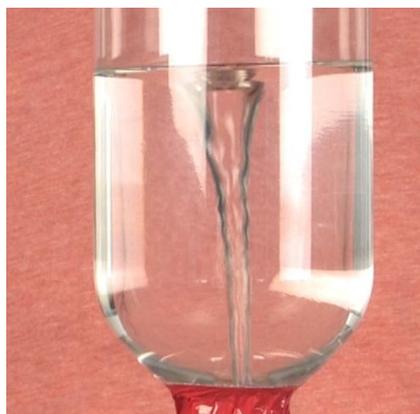
1. Наполните первую бутылку водой. Воду можно подкрасить, например, пищевым красителем.
2. На горлышко бутылки с водой положите металлическую шайбу.



3. На шайбу поставьте горлышком вторую (пустую) перевернутую бутылку.
4. Надёжно скрепите место соединения бутылок клейкой лентой.



5. Насладитесь рукотворным торнадо.



Физический комментарий. Перемещению воды из сосуда наружу мешает воздух, присмотритесь к булькающей бутылке. Струя воды периодически прерывается воздушными пузырями. Если же закрутить воду, то образуется водяная воронка, в которой воздух беспрепятственно перемещается по центру снизу вверх, а вода стекает по краям.

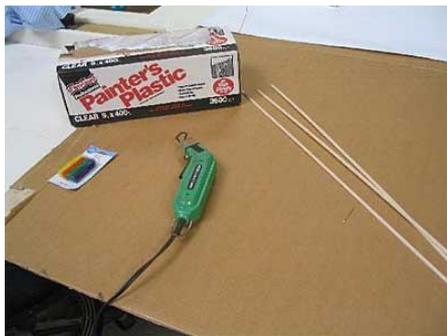
Вопросик. Подобную водяную воронку можно наблюдать при сливе воды из раковины или ванной. Интересно, кто раскручивает воду и от чего зависит направление её вращения?

### 3. Самодельный воздушный шар

Материалы. Десяток маленьких свечей (например, для тортов), упаковка тонкого полиэтилена, три рейки, аппарат для склеивания полиэтилена (или просто утюг), клейкая лента.

Порядок проведения эксперимента.

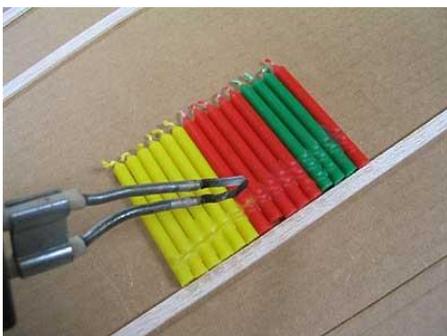
1. Разворачиваем плёнку, из куска 4м×2м складываем квадрат 2м×2м.



2. Края плёнки склеиваем аппаратом или утюгом (через бумагу). Получился мешок.



3. Переходим к монтажу двигательной установки. Это будут обычные свечи. Раскладываем их на самой длинной рейке, аппаратом проплавляем их, чтобы они скрепились друг с другом и приплавляем их к центральной части одной из реек.



4. Начнём сборку летательного аппарата. Сначала соберём несущую конструкцию. Длинную рейку кладём на стол, свечами вверх. По бокам крепим короткие рейки клейкой лентой или клеем. Получилась буква «Н».
5. Края полиэтиленового мешка клейкой лентой или клеем крепим на несущую конструкцию. Шар готов к запуску.
6. Выходим на стартовую площадку и готовимся к запуску. Приподнимаем край шара и поджигаем «двигатель» – свечи. Будьте осторожны, пламя не должно касаться плёнки, иначе шар сгорит.
7. Придерживаем шар. Постепенно он наполняется тёплым воздухом, расправляется и рвётся в полёт.
8. Начинаем обратный отсчёт! 10, 9, 8... 1, 0. Поехали! Отпускаем шар и следим за новостями – очередной полёт НЛО.



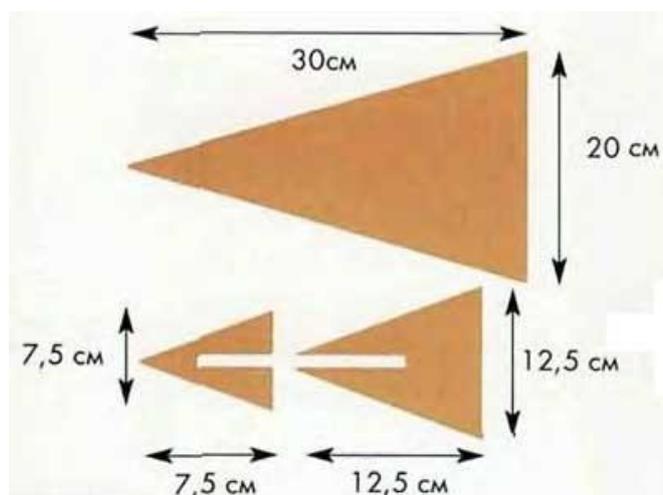
Рекомендации. Обычно такие шары взлетают очень высоко и уносятся воздушным потоком на несколько километров. Удачи всем воздухоплателям! На шаре маркером можно нарисовать рожицу. При запуске в тёмное время суток такой летательный аппарат-привидение будет очень эффектно смотреться.

Физический комментарий. При нагреве воздух расширяется и через отверстие выходит из шара. Когда сила тяжести, действующая на шар, уменьшится настолько, что станет меньше (выталкивающей) силы Архимеда, он взлетит.

#### 4. Самодельный флюгер

Материалы. Фанера, ножовка, клей, гвоздь, две пластмассовые бусины, деревянная рейка.

Изготовление. Чтобы изготовить этот простой и оригинальный флюгер своими руками нужно вырезать из фанеры детали, изображенные на чертеже внизу. Ширина прорезей должна быть равна толщине фанеры.



Чертеж флюгера

Далее собираем флюгер, как показано на рисунке.



Детали скрепи между собой клеим.

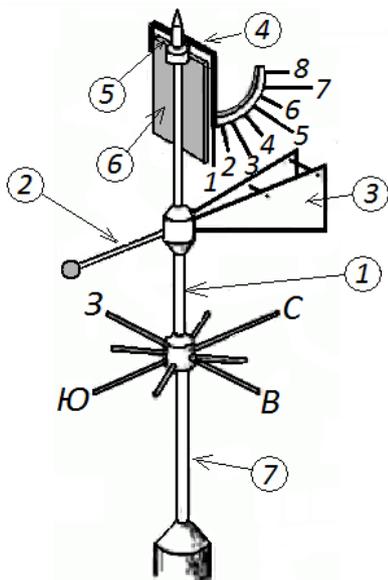
**Рекомендации.** Обязательно нужно уравновесить флюгер на шляпке гвоздя, чтобы найти его центр. На гвоздь как видно из рисунка нанизываем по бусине с обеих сторон от флюгера, это облегчит его поворот. Нос флюгера указывает направление, откуда дует ветер.

**Вопросик.** Почему остриё флюгера поворачивается на ветер, а не по ветру?

## 5. Флюгер Вильда

Для точных измерений скорости, силы ветра применяется прибор анемометр. Приблизительно скорость ветра можно померить с помощью самодельного прибора – ветромерной доски-флюгера Вильда, с достаточной точностью определения, при силе воздушного потока до пяти-шести баллов.

Рис. Самодельная ветромерная доска-флюгер Вильда:



1 – вертикальная трубка (длиной 600 мм) с заваренным заостренным верхним концом, 2 – передний горизонтальный стержень (240мм) флюгера с шариком-грузом противовеса; 3 – крыльчатка флюгера (длина лепестка – 360мм, максимальная ширина – 140мм, максимальное расстояние между концами лепестков – 110мм); 4 – верхняя рамка; 5 – горизонтальная ось шарнира доски; 6 – ветромерная доска (массой 200г); 7 – нижний неподвижный вертикальный стержень с укрепленными на нем указателями сторон света: С – север, Ю – юг, З – запад, В – восток; № 1 – № 8 – штифты-указатели скорости ветра.

Флюгер устанавливается на высоте 6-12м, над открытой ровной поверхностью. Под флюгером неподвижно укреплены стрелки-указатели направления ветра. Над флюгером к трубке 1 на горизонтальной оси 5 шарнирно прикреплена к рамке 4 ветромерная доска 6 размером 300×150мм. Масса доски – 200г. От рамки 4 отходит назад, прикрепленный к ней отрезок дуги (радиусом 160мм) с восемью штифтами, из которых четыре – длинные (по 140мм) и четыре – короткие (по 100мм). Углы, под которыми они закреплены, составляют с вертикалью для штифта №1 – 0°; №2 – 4°; №3 – 15,5°; №4 – 31°; №5 – 45,5°; №6 – 58°; №7 – 72°; №8 – 80,5°.

Скорость ветра узнают путем отсчета угла отклонения доски. Определив положение ветромерной доски между штифтами дуги, обращаются к таблице (смотрите ниже), где этому положению соответствует определенная скорость ветра.

Положение доски между штифтами дает лишь приблизительное представление о скорости ветра, тем более что сила ветра быстро и часто меняется. Доска никогда не остается долго в каком-нибудь одном положении, а постоянно колеблется в некоторых пределах. Наблюдая в течение 1 минуты за меняющимся наклоном этой доски, определяют её средний наклон и только после этого судят о средней минутной скорости ветра. Для большой скорости ветра, превышающей 12-15м/с, показания этого прибора имеют малую точность.

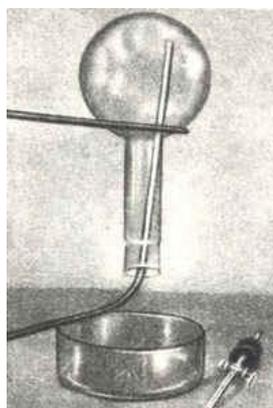
Значение указателя	Скорость ветра, м/с
1	0
1-2	1
2	2
2-3	3
3	4
3-4	5
4	6
4-5	7
5	8
5-6	9
6	10
6-7	12
7	14
7-8	17
8	20

### 6. Определение удельного веса воздуха

*Материалы.* Круглая колба 1л (2шт), штатив с кольцевым держателем (2шт), пробка со шлангом и стеклянной трубкой на конце, пробка со стеклянной трубкой и запорным краном на конце, мензурка, весы, вода, спиртовка, спички.

*Порядок проведения эксперимента.*

1. На штативе, над пламенем спиртовки, укрепите колбу, частично заполненную водой. Закройте её пробкой со шлангом и стеклянной трубкой на конце. Пустую колбу, также укрепите на штативе, но горлышком вниз. Введите в неё через горлышко стеклянную трубку от шланга.
2. Когда вода закипит, то пар через шланг начнёт поступать во вторую колбу.



3. Через короткое время весь воздух будет вытеснен из колбы водяным паром. Быстро выньте стеклянную трубку и плотно заткните колбу пробкой. Кран на стеклянной трубке, продетой через пробку, должен быть закрыт.
4. После того как колба остынет, взвесьте её и запишите полученный результат ( $M_1$ ).
5. Откройте кран. Воздух моментально заполнит колбу.
6. Взвесьте её ещё раз и запишите результат ( $M_2$ ).

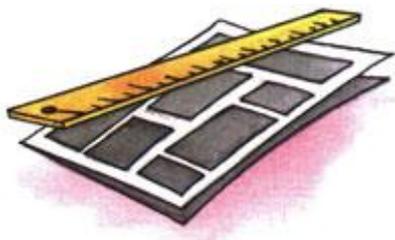
7. Выньте пробку и налейте в колбу воды столько, чтобы её поверхность дошла точно до того места, где находился нижний край пробки. Измерьте объём использованной вами воды ( $V$ ). Для этого достаточно перелить её в мензурку или взвесить.
8. Определите массу воздуха в колбе ( $M$ ), как разность результатов двух измерений:  $M = M_2 - M_1$ .
9. Разделив результат на измеренный объём воздуха, вы получите искомую плотность:  $\rho = M/V$ .

Рекомендации. При проведении опыта необходимо предусмотреть меры безопасности при работе со стеклянной колбой и паром, находящимся в ней под давлением: защитные перчатки, очки, экран.

Физический комментарий. После того как колба была закрыта, в ней оставался только водяной пар – воздуха там больше не было. Когда колба остыла, большая часть пара сконденсировалась в воду, так что в колбе возник вакуум. Разница в массе при двух первых измерениях и показывает нам массу того количества воздуха, который заполнил колбу после того, как мы открыли кран. Масса зависит от температуры. 1л воздуха при  $+15^\circ\text{C}$  имеет массу примерно 1,2г. Плотность воздуха составляет, таким образом,  $0,0012\text{г/см}^3$ .

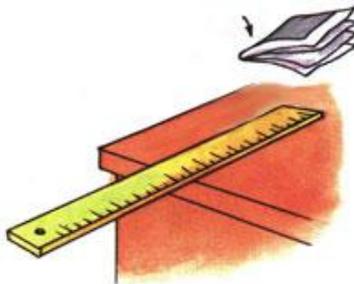
## 7. «Тяжёлая» газета

Материалы. Длинная деревянная линейка (не менее 30см) и газета.



Порядок проведения эксперимента.

1. Положите линейку на стол так, чтобы она наполовину свисала.
2. Сложите газету в несколько раз, положите на конец линейки.



3. Сильно стукните по её свисающему концу линейки. Газета улетит со стола.



4. А теперь разверните газету и накройте ею линейку. Ударьте по линейке. Газета только слегка приподнимется, но никуда не улетит. Если ударить очень резко и сильно – линейка может сломаться.

Рекомендации. Для успешной демонстрации необходимо тщательно разгладить газету таким образом, чтобы она плотно прилегалась к столу и линейке.

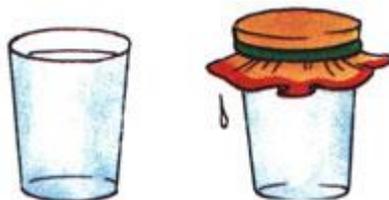
Физический комментарий. Все предметы, находящиеся на дне воздушного океана, испытывают давление воздуха. Чем больше площадь предмета, тем сильнее это давление. Теперь понятно, почему газета стала такой тяжёлой?

## 8. «Кипение» холодной воды

Материалы. Плотный носовой платок, стакан воды, аптечная резинка.

Порядок проведения эксперимента.

1. Намочите и выжмите носовой платок.
2. Налейте полный стакан холодной воды. Накройте его платком и закрепите платок на стакане аптечной резинкой.



3. Продавите пальцем середину платка так, чтобы он на 2-3 см погрузился в воду.



4. Переверните стакан над раковиной вверх дном.



5. Одной рукой удерживайте стакан, другой слегка ударьте по его дну. Вода в стакане начнёт бурлить («кипеть»)!



Физический комментарий. Мокрый платок не пропускает воду. Когда вы ударили по стакану, на время, в нём понижалось давление, и воздух через носовой платок начинал поступать в воду, всасываясь в область пониженного давления. Вот эти-то пузырьки воздуха и создают впечатление, что вода «кипит».

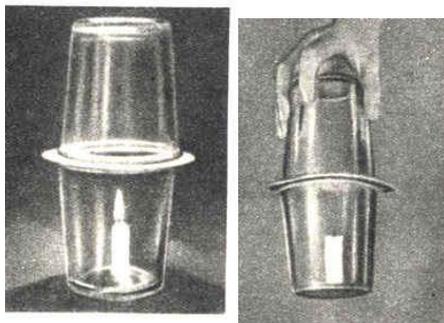
Вопросик. Чтобы понизить давление используют специальный насос. Каким образом, удар по стакану делает то же, что и насос – создаёт разрежение?

## 9. «Магдебургские стаканы»

*Материалы.* Два стакана, огарок свечи, немного газетной бумаги, ножницы, спички.

*Порядок проведения эксперимента.*

1. Поставим зажженный огарок свечи в один из стаканов.
2. Вырежем из нескольких слоёв газетной бумаги, положенных один на другой, круг диаметром немного больше, чем внешний край стакана. Затем вырежем середину круга таким образом, чтобы большая часть отверстия стакана осталась открытой. Смочив бумагу водой, мы получим эластичную прокладку, которую и положим на верхний край первого стакана.
3. Зажжём свечу и осторожно поставим на прокладку перевернутый второй стакан. Прижмём стакан к бумаге так, чтобы внутреннее пространство обоих стаканов оказалось изолированным от внешнего воздуха. Свеча вскоре потухнет.
4. Взявшись рукой за верхний стакан, поднимем его. Мы увидим, что нижний стакан как бы прилип к верхнему и поднялся вместе с ним.



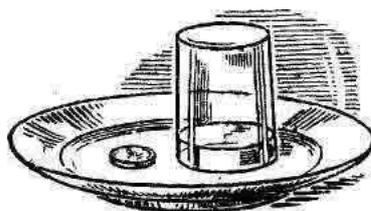
*Физический комментарий.* Огонь нагрел воздух, содержащийся в нижнем стакане, а, как мы уже знаем, нагретый воздух расширяется и становится легче, поэтому часть его вышла из стакана. Когда мы медленно приближали к первому стакану второй, часть содержавшегося в нём воздуха также успела нагреться и вышла наружу. Значит, когда оба стакана были плотно придавлены один к другому, в них было меньше воздуха, чем до начала опыта. Свеча потухла, как только был израсходован весь содержащийся в стаканах кислород. После того как оставшиеся внутри стакана газы остыли, там возникло разреженное пространство, а воздушное давление снаружи осталось неизменным, поэтому оно плотно придавило стаканы один к другому, и когда мы подняли верхний из них, то и нижний поднялся вместе с ним.

## 10. Сухая монетка

*Материалы.* Монетка, тарелка, подкрашенная вода, тонкостенный стакан, чайник с кипятком (огарок свечи и спички).

*Порядок проведения эксперимента.*

1. Положите на плоскую тарелку монету и налейте немного воды. Монета очутится под водой.
2. Теперь предложите своему товарищу взять монету голой рукой, не замочив пальцев и не выливая воду из тарелки. Едва ли он сообразит, как это сделать.
3. Возьмите тонкий стакан, ополосните его изнутри кипятком и опрокиньте на тарелку рядом с монетой. Задача решена!



*Физический комментарий.* Воздух в стакане начнёт остывать и сжиматься. Стакан начнёт всасывать воду, и вскоре вся она соберётся под ним. Теперь подождите, пока монета высохнет, и берите её, не боясь замочить пальцы!

Вопросик. Догадаетесь, как получить подобный эффект без кипятка, имея только свечку и спички?

## 11. Вода в перевёрнутом стакане

Материалы. Стакан, вода, листок плотной бумаги, (стеклянная банка 2-3 литра, монеты).

Порядок проведения эксперимента.

1. Наполовину наполните стакан водой.
2. Накройте стакан листком бумаги. Плотно прикрыв его рукой, переверните бумагой вниз. Осторожно уберите руку, держа стакан за дно. Вода не выливается!



3. Повторите эксперимент с изменёнными начальными условиями: с полным стаканом воды; положив в воду несколько монет; с большой стеклянной банкой.

Рекомендации. На всякий случай проделывайте всё это над тазом, потому что при незначительном перекосе бумажки и при ещё недостаточной опытности на первых порах воду можно и разлить.

Физический комментарий. Воду удерживает давление воздуха. Давление воздуха распространяется во все стороны одинаково (по закону Паскаля), значит, и вверх тоже. Бумага служит только для того, чтобы поверхность воды оставалась совершенно ровной.

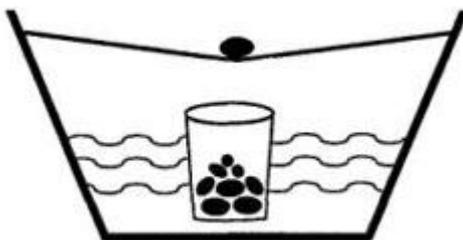
Вопросик. В одной книге было дано такое объяснение опыта: «Бумага не отпадает от стакана, потому что давление воды изнутри уравнивается атмосферным давлением извне». Какую грубую физическую ошибку допустил автор?

## 12. Как из соленой воды добыть питьевую воду?

Материалы. Глубокий таз, вода, пищевая соль, пластиковый стаканчик, камушки (галька), полиэтиленовая плёнка, бечёвка.

Порядок проведения эксперимента.

1. Налейте в глубокий таз воды, добавьте туда две столовых ложки соли, перемешайте, пока соль не растворится.
2. На дно пустого пластикового стакана положите промытую гальку, чтобы он не всплывал, но его края должны быть выше уровня воды в тазу.
3. Сверху натяните пленку, завязав её вокруг таза. Продавите пленку в центре над стаканчиком



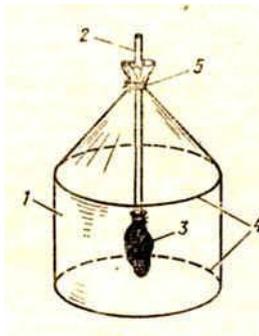
и положите в углубление ещё один камешек.

4. Поставьте таз на солнце. Через несколько часов в стакане накопится несоленая, чистая питьевая вода.

Физический комментарий. Вода на солнце начинает испаряться, конденсат оседает на плёнке и стекает в пустой стакан. Соль же не испаряется и остается в тазу. Теперь, когда вы знаете, как добыть пресную воду, можно спокойно ехать на море и не бояться жажды. Воды в море много, и из неё всегда можно получить чистойшую питьевую воду.

### 13. Модель дыхания

Подготовка установки. Соберите установку, изображённую на рисунке, где 1 – полиэтиленовый мешок, 2 – стеклянная трубка, 3 – резиновый воздушный шарик, 4 – два кольца из толстой проволоки, 5 – нитки.



Проведение эксперимента. При деформации полиэтиленового мешка наблюдается изменение объёма резинового шарика. Подобные процессы происходят при дыхании.

Задание. Разберитесь в сущности дыхания и проведите аналогию между работой установки и процессом дыхания человека (роль рёбер, диафрагмы и т. д.).