

Содержание

Введение.....	7
1. Опыты в гостиной	11
2. Опыты на кухне	37
3. Опыты в кабинете (в студии, в мастерской...).....	95
4. Опыты в ванной	131
5. Опыты в гараже (в мастерской, в садовом сарае...)	153
6. Опыты в саду	173
От автора	223

Введение



Эксперименты — двигатель науки. Все наши знания о Вселенной и окружающем мире были получены благодаря наблюдениям, записям и новым сведениям. Без экспериментальных подтверждений наука была бы сведена к ряду теорий. Истинные ученые — от Ньютона с яблоком до Павлова с собаками — не ограничиваются гипотезами, а прибегают к наблюдениям и экспериментам или же, подобно читателям журнала *New Scientist*, идут на кухню или в сад и с помощью опытов выясняют, что, как и почему. От наблюдений ученые переходят к опытам, воспроизводят увиденное и подтверждают полученные результаты.

Именно об этом и пойдет речь в нашей книге — об экспериментах и о стремлении увидеть все своими глазами. В этом и заключается вся соль науки. Науку двигают не затворники в лабораториях, а экспериментаторы, которые ставят опыты повсюду, пользуясь подручными средствами. Прочитав эту книгу, вы поймете, как экспериментальным путем развивается большая наука.

Верные стилю журнала *New Scientist*, мы сосредоточиваем внимание на мелочах. Вы узнаете, почему мартини будет разным на вкус, если смешать его и если взболтать, но расширяющаяся Вселенная останется для вас загадкой. Вы научитесь выделять железо из хлопьев к завтраку, но так и не поймете, что находится внутри черной дыры. Время больших открытий придет, когда вы почувствуете вкус к экспериментам. И еще один важный плюс: у вас появится возможность сохранить любимого усопшего хомячка для вечности (впрочем, сколько длится вечность, вы тоже не узнаете).

Не в каждой статье описаны эксперименты для проведения в домашних условиях, однако все они дадут





вам возможность проверить научные теории в действии. Диапазон опытов широк: от химических (почему кола и «Ментос» образуют взрывоопасную смесь) до биологических (почему некоторые предметы, проходя через пищеварительную систему, остаются практически невредимыми). Вы уже обратили внимание на преобладание экспериментов со спиртными напитками: как-никак сотрудники *New Scientist* в первую очередь журналисты. Эксперименты этой категории предназначены только для взрослых, остальные ориентированы на всю семью. При выполнении описанных нами действий бдительно следите за детьми. Мы выбирали опыты, заботясь прежде всего о безопасности, однако для проведения некоторых

понадобятся потенциально опасные материалы и инструменты (горячая вода, спички, ножи и т.п.), поэтому не оставляйте детей без присмотра.

Для некоторых опытов необходимо открытое пространство, но большинство из них вы сможете провести сразу же, как только принесете эту книгу домой, или после короткой пробежки по ближайшим магазинам. Никакого лабораторного оборудования вам не потребуется. Если у вас возникнут вопросы по экспериментам, более подробные инструкции вы найдете на нашем сайте:

www.newscientist.com/hamster

Наука — плод коллективного труда, поэтому я признателен всем читателям *New Scientist*, коллегам, ученым и просто сообразительным людям, без которых эта книга не увидела бы свет (благодарности приведены на с. 223–226).

И наконец, помните: научные теории для того и существуют, чтобы ставить их под сомнение. Если после проведения экспериментов, описанных в этой книге, вы придете к собственным выводам, сообщите нам об этом; всю необходимую информацию вы найдете под заголовком «Благодарности». Наука постоянно развивается благодаря получению новых данных, именно в этом и заключается ее ценность. Больше всего нам по душе быть неправыми, узнавать, что читатель повторил эксперимент из нашей книги и пришел к совсем иным заключениям. В конце концов, все настоящие ученые ставят опыты, и не раз, не два, а до бесконечности...

Мик О'Хэйр



1. ОПЫТЫ В ГОСТИНОЙ



Коловращение сливок

Почему в слое сливок толщиной 2 мм, налитых поверх ликера «Тиа Мария», образуются бурные завихрения?

Этот эксперимент идеально подходит для проведения в настольной лаборатории после обеда. *New Scientist* первым поведал о нем миру, чем мы несказанно гордимся. Возьмите свежие сливки жирностью 18% — молоко слишком текучее, более жирные сливки чересчур густые. Получившийся продукт можно даже выпить.

Что понадобится:

- бокал с широким дном;
- нежирные сливки;
- бутылка ликера «Тиа Мария»;
- ложка.

Что делать? Налить в бокал ликер «Тиа Мария» слоем 1 см, добавить очень тонкий слой нежирных сливок, осторожно спуская их по выпуклой стороне ложки, чтобы они растекались по поверхности ликера.



Что можно наблюдать? На поверхности образуется вращающийся рисунок, как будто сливки вступают в реакцию с ликером.

Что происходит? Завихрения на поверхности сливок вызывает конвекция — активное движение в жидкостях, обычно вызванное разницей температур. Но в данном случае причина конвекции — различная концентрация двух жидкостей. Такая конвекция называется концентрационной.

Движущая сила явления — спирт, содержащийся в «Тиа Мария». После добавления сливок спирт начинает диффундировать в них. Достигнув поверхности, он уменьшает поверхностное натяжение. На участках, не подвергшихся воздействию диффузии, поверхностное натяжение остается довольно высоким, поэтому к ним стягиваются участки низкого поверхностного натяжения. Постепенно «Тиа Мария» вытесняет жидкость, находящуюся на поверхности, и занимает ее место. Поверхностное натяжение у ликера еще меньше, чем у вытесненной жидкости; таким образом возникает процесс, поддерживающий сам себя, и создается цикл конвекции. Он будет продолжаться до тех пор, пока сохраняется разница в концентрации сливок и «Тиа Мария».

Конвекция, обусловленная поверхностным натяжением, называется конвекцией Марангони. Она наблюдается при высыхании различных красок, из-за нее на стенках бокала образуются полосы (см. эксперимент «Пьяные слезы», с. 20). Подобный эффект можно увидеть среди облаков или в масле на сковороде. Тем не менее опыт с «Тиа Мария» выглядит необычно, поскольку в других жидкостях конвекционные ячейки имеют круглую или шестиугольную форму.

P.S. Мы с удовольствием включили этот эксперимент в книгу, потому что на такой же вопрос, заданный в *New*

Scientist, никто не смог ответить. В итоге группа ученых приступила к изучению этого феномена и подготовила о нем подробную статью.

Что еще почитать? Эту статью можно прочесть в журнале *Physica A*, vol. 314, p. 291.



Через край

Игристое вино или пиво, налитое в сухой бокал, эффектно пенится, но, если внутри бокал был влажным, ничего подобного не происходит. Почему?

Откровенно говоря, мы сами изумлены многочисленностью домашних экспериментов, которые можно проделать со спиртными напитками. Напоминаем: если вас интересует эксперимент как таковой, реактивы (вино или пиво) можно и не пить.

Что понадобится:

- только что откупоренная бутылка игристого вина и (или) пива;
- высокие узкие бокалы для шампанского и (или) для пива;
- оливковое масло;
- столовая ложка сахара;
- пыль.

Что делать? Быстро налейте немного вина или пива в бокал, держа его вертикально; дождитесь, когда пена поднимется до краев, дайте ей осесть и подлейте еще.

Что можно наблюдать? Вторая порция жидкости будет пениться не так сильно, как первая.



Что происходит? Пиво, игристое вино и другие шипучие напитки перенасыщены газом. По законам термодинамики образование пузырьков в жидкости с растворенным газом возможно, но маловероятно, поскольку сначала эти пузырьки очень мелкие. Так как давление достигает 30 атмосфер в пузырьке диаметром всего 0,1 мкм, а с увеличением давления растворимость газов возрастает (согласно закону Генри), то газ возвращается в растворимое состояние сразу же, как только выходит из него.

Однако пузырьки могут образовываться вокруг частиц пыли, неровностей поверхности, царапин. Эти участки, называемые очагами реакции или пенообразования, гидрофобны (отталкивают воду), в них скапливаются газы, для появления которых не требуется предварительного формирования мелких пузырьков. Когда место скопления газа (газовый мешок, или карман) достигает критического размера, оно расширяется и превращается в правильный выпуклый пузырь, радиус кривизны которого достаточно велик, чтобы предотвратить описанное выше явление.

Далее в действие вступает каскадный эффект. Если количество пузырьков достигает некоторого критического показателя на единицу объема, агрегатное состояние вещества нарушается и пузырьков становится еще больше.

Причиной возникновения очага реакции могут стать различные неровности. Мельчайшие кристаллики соли, например сульфата кальция, могут присутствовать в бокале, если его оставили сушиться на воздухе, предварительно вымыв жесткой водой. Если бокал вытирали посудным полотенцем, в нем могли остаться мелкие волокна ткани, волоски, ворсинки. Если бокал долго простоял на полке, на стекло наверняка осели частицы пыли, а мельчайшие царапины обнаруживаются на внутренней поверхности всех бокалов, кроме совсем новеньких.

Сразу после увлажнения внутренней поверхности бокала любые кристаллики соли растворяются, а волокна ткани уже не являются очагами реакции. Но большая часть частиц пыли и царапин остается. Однако они уже залиты жидкостью, а свежая, насыщенная газом жидкость поступает к ним очень медленно в результате диффузии. Пузырьки по-прежнему будут формироваться, но слишком медленно, поэтому каскадный эффект не возникает. В итоге напиток уже не пенится.



Чтобы продемонстрировать это явление, возьмите бокал и тщательно смажьте его изнутри оливковым маслом, которое покрывает поверхность эффективнее, чем вода. Затем налейте в бокал вина или пива (можно ограничиться газированным лимонадом). Пенообразование или не начнется, или будет минимальным. Всыпьте в лимонад щепотку пыли, и вы увидите, как резко изменится поведение жидкости. И наконец, увеличьте количество очагов реакции: добавьте полную столовую ложку сахарного песка, и вы увидите, что пенообразование порой бывает вулканическим.

P.S. Благодаря достижениям современной техники нынешние бокалы отличаются настолько высоким качеством обработки поверхности, что некоторые производители умышленно делают их шероховатыми, особенно пивные, специально для того, чтобы на пиве образовывалась высокая шапка пены.

Этот эксперимент очень похож на другой, с «Ментосом» и колой («Гиперреакция», с. 218), хотя эксперты так и не определили, почему смесь этих двух веществ дает такую мощную реакцию. Если вы намерены проводить подобные опыты в помещении, выберите в качестве реактивов вино или пиво.



Белый напиток

Почему напитки на анисовой настойке, такие, как «Перно», узо или самбука, становятся белыми при добавлении воды?

Интересный эффект: две совершенно бесцветных жидкости при смешивании превращаются в непрозрачную белую жидкость. Иными словами, вещества, которые были невидимыми и находились в растворе, мгновенно выделяются из него и меняют цвет.

Что понадобится:

- бокалы для коктейлей;
- бутылка пастиса, узо или самбуки;
- кувшин с водой.

Что делать? Налить в бокал один из трех анисовых напитков, а если вы хотите по примеру истинных ученых провести не только основной опыт, но и контрольные (см. «"Пшикарный" вывод», с. 37), наполните бокалы тремя жидкостями. Добавьте воды.

Что можно наблюдать? Прозрачные напитки станут молочно-белыми, а пастис — молочно-желтоватым.

Что происходит? Анисовые напитки обязаны своим вкусом ароматическим веществам, которые называются терпенами. Они растворяются в спирте, но не в воде. Примерно 40% алкоголя, присутствующего в этих напитках, вполне достаточно, чтобы терпены находились в растворенной форме, но когда в напитки добавляют воду, содержание алкоголя в них снижается, а вытесненные из раствора терпены образуют млечную суспензию.

У абсента, еще одного подобного напитка на основе полыни, суспензия имеет более впечатляющий цвет — зеленый. Терпены придают ему резкие растительные запахи и вкусы, в том числе лимонного сорго и тимьяна.



P.S. Абсент, который никогда не запрещали в Великобритании, но на протяжении многих десятилетий употребляли умеренно из-за ограниченного количества производителей, в наши дни переживает возрождение. Однако на его продажу требуется специальное разрешение, поскольку он имеет репутацию почти мифического напитка и якобы оказывает психотропное воздействие (это предположение не доказано). Так как абсент считается токсичным, то он по-прежнему запрещен в других странах, в том числе в США. Американское управление по контролю над продуктами и лекарствами утверждает, что содержащееся в этом напитке химическое вещество туйон небезопасно для нервной системы, несмотря на все уверения производителей абсента, что содержание туйона в этом напитке слишком мало и не может причинить вред. Интересно, что после запрещения абсента (во Франции в 1915 г.) первой начала выпускать пастис компания **Pernod Ricard**. Из рецептуры исключили полынь, увеличили содержание звездчатого аниса и получили одну из первых разновидностей напитка, эксперименты с которым вы проводите.

Пьешь только дважды

Чем отличается коктейль из водки с мартини, ингредиенты в котором взболтаны, а не смешаны?

Джеймс Бонд известен своей привередливостью: заказывая коктейли, он требует подавать их только взболтанными. Очевидно, разница все-таки есть...



Что понадобится:

- хороший рецепт водки с мартини. Далее приводится рецепт, согласно которому в коктейль перед взбалтыванием или смешиванием добавляются оливки или цитрусовые. Он взят с сайта: www.drinkoftheweek.com;
- 140 мл водки;
- восемь капель мартини;
- две оливки и спираль из кожуры лайма или лимона;
- шейкеры для коктейлей;
- бокалы.

Что делать? Поместите ингредиенты в кувшин (избегая лишнего смешивания и взбалтывания). Осторожно налейте смесь в два шейкера. Взболтайте содержимое одного, перемешайте содержимое другого, разлейте коктейли в два бокала.

Что можно наблюдать? Ничего особенного, если не считать двух изысканных коктейлей, но, возможно — только возможно! — разницу удастся почувствовать на вкус. В идеале вам пригодилась бы помощь добровольца, привлеченного для дегустации вслепую. Только не говорите ему, где какой коктейль.

Что происходит? Предположительно, при взбалтывании мартини, в отличие от смешивания, происходит «вбивание» водочного спирта в напиток. С точки зрения опытного ценителя мартини, вкус напитка при этом меняется.

Однако подробности этого процесса остаются предметом бурных споров. Нельзя проделать со спиртом то же, что и с фруктом или собственной рукой, которые можно помять или стукнуть, оставив на них темные пятна или синяки, — ведь спирт жидкий и сосудистой системы у него нет. Зато оливки и цитрусовые, если добавить их в коктейль

перед взбалтыванием или смешиванием, как в нашем рецепте, можно помять при взбалтывании, выпуская из них таким образом ароматные масла и сок. В других рецептах не предусмотрено добавление оливок и фруктов на начальной стадии приготовления, поэтому водку и мартини взбалтывают или смешивают без них, в итоге вкус не содержит никаких растительных примесей. Рекомендуем вам повторить этот опыт, добавив оливки и фрукты после взбалтывания или смешивания, и посмотреть, будет ли заметна разница.



Тем не менее ценители способны отличить водку с мартини, взболтанные или смешанные без оливок и фруктов. Дело в том, что коктейли с мартини обычно пьют сразу после приготовления. При взбалтывании образуются мелкие пузырьки, следовательно, хорошо взболтанный коктейль выглядит мутным. В результате меняется текстура напитка, он кажется менее маслянистым, чем смешанный, и приобретает несколько иной вкус.

Пузырьки, возникающие при взбалтывании, частично окисляют альдегиды мартини. Похожим образом меняется при окислении букет красного вина — обычно это происходит, когда мы даем вину «продышаться». Аромат мартини тоже меняется, хотя и едва заметно.

Теперь, когда вам все известно, признайтесь честно: вы можете отличить взболтанный коктейль от смешанного?

P.S. За годы своего существования Агент 007 в избытке обеспечил материалом журнал *New Scientist*. Одно из наших самых удивительных открытий заключалось в том, что глушитель той конструкции, которым пользовался Бонд, хладнокровно расправляясь со злодеями, скорее фикция, нежели факт. Судя по всему, Голливуд в этом вопросе позволил себе погрешить против истины: большинство реально существующих глушителей гораздо крупнее похожей на сигару трубки, которую показывают в фильмах с Бондом, к тому



же их труднее навинчивать и снимать. И если уж Джеймсу Бонду удавалось в мгновение ока укрепить глушитель на стволе, его оружие не издавало бы характерный звук, который мы слышим в фильмах, — похожий и на треск пленки, и на хлопок автомобильной дверцы. Несмотря на все, что нам показывают в кино, приглушить выстрелы почти невозможно, поскольку газ выходит в зазор между стволом и барабаном. К сожалению, в этой книге собраны описания опытов, которые можно провести в домашних условиях, поэтому мы не рекомендуем собственноручно проверять феномен Агента 007. Мы упомянули о нем с одной-единственной целью: создать соответствующую атмосферу для экспериментов с водкой и мартини.



Пьяные слезы

Отчего возникают тонкие, похожие на пленки следы на внутренней поверхности бокала с виски или другим спиртным?

В Англии эти следы называют «лапками» и «винными слезами», их считают показателем качества напитка. Убедиться в этом можно только одним способом — дегустацией, обращая при этом внимание на качество апробируемого образца и на «винные слезы», которые он дает.

Что понадобится:

- стакан (или несколько стаканов);
- виски (и другое спиртное, если предполагается сравнительный анализ);
- вода.

Что делать? Щедро плесните в стакан виски и поворачивайте его. То же самое сделайте со стаканом, в который налито

такое же количество воды. Отпейте по глотку из обоих стаканов и понаблюдайте, как жидкость стекает по стенкам на дно. После этого можно попробовать повторить опыт с другим спиртным напитком и посмотреть, отличаются ли следы на стенках.



Что можно наблюдать? Виски, стекающий по стенкам стакана, после того как вы его взболтали и отпили глоток, будет разделяться на струйки примерно с одинаковым интервалом. Это и есть вышеупомянутые «лапки». Вода стекает в стакан быстрее, «лапки» не образуются: самое большее, что можно увидеть в стакане, — несколько капель воды на стенках.

Что происходит? Впервые правильное объяснение этому явлению дал Джеймс Томсон, старший брат лорда Кельвина (известного своей шкалой абсолютных температур и трудами по термодинамике). В статье 1855 г., озаглавленной «О некоторых любопытных явлениях, наблюдаемых на поверхности вина и других спиртных напитков» (*On certain curious Motions observable at the Surface of Wine and other Alcoholic Liquors*), которая была опубликована журналом *Philosophical Magazine* (vol. 10, p. 330), Томсон объяснил, что этот эффект вызван капиллярным движением или поверхностным натяжением, которые рассматриваются в статьях «Власть цветов» и «На плаву» на с. 28 и 69.

Спиртные напитки представляют собой смесь этилового спирта (этанола) и воды, из которой этанол, имеющий более низкую температуру кипения, чем вода, испаряется быстрее воды после того, как напиток налит в стакан. Поверхностное натяжение этанола ниже, чем воды, разная скорость испарения создает противодействующие силы между участками, где преобладают вода и спирт. В результате водяные и спиртовые участки обособляются, по мере испарения этанола образуются «лапки» с повышенным содержанием воды, которые под тяжестью собственного веса стекают обратно в стакан.



Статья не принесла Томсону славы. Конвекция такого рода, обусловленная поверхностным натяжением, ныне известна как конвекция Марангони — в честь Карло Марангони, который провел подобные исследования 20 годами позже (см. эксперимент «Коловращение сливок» на с. 11).

Конвекция Марангони создает и другие примечательные эффекты. К примеру, если виски налить в плоскую емкость и ничем не накрывать, вся масса жидкости разделится на шестигранные столбы жидкости, в которых по мере испарения алкоголя возникает циркуляция. Увы, в домашних условиях этого не увидишь.

Нормальная конвекция в жидкостях, вызванная разницей плотностей, обычно затеняет эффект конвекции Марангони, проявляющийся только в особых обстоятельствах, например при стекании виски по стенке стакана. Но в условиях невесомости преобладает конвекция Марангони, следовательно, она представляет особый интерес для ученых, специализирующихся на космонавтике.

P.S. «Лапки» в емкости со спиртным, в том числе и с вином, люди заметили тысячелетия назад. Первым упоминанием о них вполне может быть библейское: «Не смотри на вино, как оно краснеет, как оно искрится в чаше, как оно ухаживается ровно» (Притчи, 23:31). По-видимому, еще в то время это явление считалось показателем качества алкоголя.



Йо-хо-хо!

Почему при смешивании темного рома с колой на поверхности напитка образуется слой пены, а с белым ромом ничего подобного не происходит?

Как вы уже поняли, взрослым людям не следует упускать возможность поэкспериментировать с алкоголем. Вот вам

шанс изучить один из самых популярных напитков мира, коктейль «Куба либре», и одновременно провести несколько серьезных научных опытов.

Что понадобится:

- бутылка темного рома;
- бутылка белого рома;
- кола;
- несколько стаканов (чтобы добиться объективного результата, любой эксперимент следует проводить неоднократно);
- средство для мытья посуды.



Что делать? Плесните щедрую порцию белого рома в один стакан и такое же количество темного рома — в другой. Долейте в стаканы колу доверху (чем меньше ее будет, тем гуще окажется пена).

Что можно наблюдать? На поверхности темного рома, смешанного с колой, вы увидите кружевной слой темноватой пены. Отпейте немного, и вы увидите, как пена оседает на стакане, оставляя на его внутренней поверхности такие же следы, как выдохшееся пиво.

Что происходит? Темный ром изготавливают из белого, добавляя красители и ароматизаторы. Один из классических ароматизаторов для темного рома — черная патока, меласса, а осадок — это выпаренный сок сахарного тростника, из которого извлекли максимальное количество сахара. Меласса — ценный источник солей кальция и магния, она также содержит похожие на смолу карамелизованные вещества и продукты распада органических веществ: воск, жирные кислоты и полисахариды.

Кола (ароматизированные растворы фосфорной кислоты) при смешивании с ромом и растворенными в нем



ионами щелочноземельных элементов (кальция и магния) образует нерастворимые фосфаты. В воде вы увидели бы их как мутную взвесь, но в таких низкоконтцентрированных смесях, как ром, мелкие кристаллики и пузырьки под действием жирных кислот и воска собираются в пену; таким образом образуется вещество, которое вы видите на поверхности напитка.

P.S. Не забудьте вымыть стаканы сразу после эксперимента. Эта пена отмывается с трудом, если оставить невымытые стаканы на ночь, к тому же на следующий день вы будете не в настроении отмывать ее, если накануне слишком увлеклись повторением опытов.



Пивные тонкости

Если во время приготовления шанди (напитка из пива и лимонада) налить пиво в бокал первым, а затем добавить лимонад, содержимое бокала вспенится и, возможно, перельется через край. Но если сначала налить в бокал лимонад, а потом пиво, напиток не вспенится. Почему?

Это хороший способ расположить к себе новых знакомых в пабах и вообще разрядить атмосферу. Разумеется, истинные эксперты знают, что лучший шанди получается не с обычным, а с имбирным лимонадом. Детям шанди не рекомендуется, зато они могут с увлечением смешивать его и допивать остатки лимонада. Кроме того, они могут убедиться, что от обычного лимонада отрыжка сильнее, чем от имбирного.

Что понадобится:

- высокие стаканы для пива;
- бутылка пива;

- обычный и имбирный лимонад;
- бумажные полотенца.

Что делать? Возьмите два стакана и до половины наполните их пивом. Добавьте в один стакан обычный лимонад, во второй — имбирный. Повторите эксперимент в двух других стаканах, но на этот раз сначала разлейте лимонад, а потом пиво.



Что можно наблюдать? Жидкость в стаканах, которые сначала наполнили пивом, вспенится при добавлении в нее обычного и имбирного лимонада. Эффект будет гораздо менее заметным в тех стаканах, куда сначала налили лимонад, а потом пиво.

Что происходит? Если вы возьмете еще три чистых стакана и нальете в один только пиво, в другие — обычный и имбирный лимонад, то наверняка заметите, что шапка пены появится лишь в стакане с пивом. Дело в том, что пиво содержит поверхностно-активные вещества (ПАВ, или сурфактанты), а также белки и другие вещества с длинноцепочечными молекулами, способствующие образованию и стабилизации пузырьков. В обычном лимонаде появляются пузырьки, которые шипят и лопаются очень быстро. Имбирный лимонад по этим параметрам занимает промежуточное положение между пивом и обычным лимонадом.

Когда мы наливаем лимонад в пиво, его струя устремляется вниз, достигает дна, отталкивается от него и начинает пузыриться. Пузырьки проходят через слой пива, соединяются с сурфактантами в нем и образуют пену на поверхности. Пиво, вылитое в лимонад, ведет себя таким же образом, но пузырьки, поднимающиеся со дна, в этом случае проходят сквозь лимонад, не содержащий сурфактантов, поэтому быстро лопаются, достигая поверхности. К тому времени как всплывет большая часть молекул пива, напиток уже успевает стабилизироваться, в нем почти не остается пены.



P.S. Правда ли, что от обычного лимонада отрыжка сильнее, чем от имбирного? В обычный лимонад добавляют больше углекислого газа, чем в имбирный, зато от имбирного становится щекотно в носу, особенно если пить его залпом. Что хуже, каждый решает для себя. Но общеизвестно, что по вкусу оба лимонада проигрывают пиву.

Ох!

Чем вызвана боль, которая возникает, когда на пломбу попадает кусочек алюминиевой фольги?

Если вы бережете зубы и как следует ухаживаете за ними, этот опыт можете пропустить — он не для вас. Дальнейшая информация касается в первую очередь обладателей пломб.

Что понадобится:

- алюминиевая фольга;
- слюна;
- зуб с амальгамовой пломбой.

Что делать? Накопите во рту побольше слюны, оторвите клочок алюминиевой фольги и положите его на запломбированный зуб — предпочтительно моляр, чтобы фольгу можно было прикусить.

Что можно почувствовать? Может быть, вы даже подпрыгнете! Ощущения возможны самые разные: от слабого покалывания в запломбированном зубе до острой боли в момент прикосновения фольги к зубу.

Что происходит? Когда два разных металла разделены слоем проводящей жидкости, между ними возникает ток, стимулирующий нервы. В данном случае два разных ме-

талла — это амальгамовая пломба в зубе и алюминиевая фольга. Тонкий слой слюны отделяет фольгу от пломбы, а поскольку слюна — электролит, содержащий различные соли, она действует как проводник тока между зубом и пломбой. Так как пломба расположена вблизи зубного нерва, ток воздействует на него, вызывая болевые ощущения.



P.S. Луиджи Гальвани первым обнаружил эффект взаимодействия различных металлов и электролита в 1762 г., когда проводил эксперименты с лягушками. От прикосновения сплавов различных металлов лягушачьи лапки подергивались. Опыт с амальгамой и слюной выглядит гораздо гуманнее, но не с точки зрения обладателя пломбы.

Телешокер

Почему, если выключить телевизор в темной комнате и коснуться экрана, раздастся потрескивание и возникнет флюоресцентное свечение в том месте, где прикасаться к экрану?

Это не просто очередная грань «реального ТВ» и намека на то, что находится внутри вашего телевизора — конечно, кроме Элвиса. При этом же эксперименте волосы на руке встают дыбом (и Элвис тут опять-таки ни при чем).

Что понадобится:

- старый громоздкий телевизор (только не с плоским экраном; надеемся, такой завалялся у вас на чердаке или среди детских игрушек);
- темная комната;
- палец.

Что делать? Выключите свет и телевизор и прикоснитесь к экрану. Только не ждите слишком долго, иначе ничего не увидите.



Что можно наблюдать? Флюоресцентное свечение в месте прикосновения к экрану, при этом остальной экран останется темным. Вы услышите потрескивание статического разряда. Проведите пальцем или ладонью по экрану, и снова услышите треск, а волоски у вас на руке зарядятся в электрическом поле телевизора.

Что происходит? В старых телевизорах есть электронно-лучевая трубка, которая создает изображение, проводя электричество от катода (отрицательного электрода, с которого электроны поступают в электроприбор) в задней части вакуумной трубки на анод (позитивный электрод) в передней части. (На современных жидкокристаллических экранах изображение создается другим способом.) Анодом в старых электронно-лучевых трубках служит тонкий слой алюминиевого покрытия на тыльной стороне экрана, а изображение возникает благодаря свечению фосфора — синтетического флюоресцирующего вещества, покрывающего экран. Когда телевизор включен, от анода заряжается наружная поверхность экрана, когда выключен, большая часть этого заряда улетучивается, а остатки сохраняются на фосфоре. Если прикоснуться к экрану пальцем, возникает ток, фосфор светится так же, как светился бы, если бы телевизор был включен, а потрескивание — это звук электрического разряда.



Власть цветов

Каким образом цветы «пьют» воду?

Если забыть о цветах, стоящих в вазе, через некоторое время вы заметите, что они с удивительной быстротой поглощают воду. Полная ваза вскоре опустеет, стебли засохнут, лепестки увянут. Куда же девается вода?

Что понадобится:

- белые цветы, например лилии или гвоздики;
- пищевой краситель (эффектнее всего будет выглядеть красный или синий) или чернила;
- вода;
- ножницы или нож;
- ваза из прозрачного стекла;
- освещенный солнцем подоконник.



Для дальнейшего изучения этого явления пригодится сельдерей.

Что делать? Подрежьте стебель каждого цветка ножницами или ножом, поставьте цветы в вазу с водой, в которую добавлен пищевой краситель или чернила. Чем насыщеннее цвет воды в вазе, тем лучше, но, если вы подкрашиваете ее чернилами, проследите, чтобы вода не загустела. Поставьте вазу с цветами на подоконник. Каждый час осматривайте цветы.

Что можно наблюдать? Через несколько часов цвет лепестков изменится. На них появится красивый узор, напоминающий сеточку сосудов, причем края лепестков будут окрашены ярче серединок.

Что происходит? Для жизни и роста растениям требуется вода, и они восполняют ее недостаток, вытягивая воду корнями из почвы (или из вазы). Этим процессом управляет транспирация — испарение воды с поверхности лепестков и листьев (от французского слова *transpirer* — потеть). Как только с поверхности листьев испаряются остатки воды, цветы начинают вытягивать ее из вазы, молекулы воды движутся вверх по стеблям на смену испарившимся. Очевидно, солнечный свет и тепло ускоряют процесс. Как правило, он происходит незаметно, проследить за ним удастся только благодаря чернилам или пищевому красителю.





Срезаем кончик стебля сельдерея, чтобы получилась свежая поверхность, и поставим стебель в вазу с покрашенной водой



Через несколько часов выньте стебель и сделайте новый срез, чтобы увидеть строение ксилемы

Окрашенная вода поступает по сосудистым структурам растения (ксилеме). Говоря проще, ксилема действует как соломинка для коктейля. По мере того как вода испаряется с поверхности лепестков или листьев, по «соломинке»

поступают новые ее запасы. Ксилема проводит воду и растворенные в ней питательные вещества от корня вверх по стеблю. Там, где сеть полых каналов ксилемы наиболее густая, они служат внутренними «лестницами» для одревесневших стеблей, веток, листьев и лепестков. Если вынуть из вазы цветов и срезать конец стебля, строение ксилемы будет отчетливо видно. На срезе вы увидите похожие на вены трубки, заполненные подкрашенной жидкостью.

Примерно за десять часов подкрашенная вода проникнет во все цветы и полностью окрасит их. Растения могут выпивать много воды, особенно в жару, поэтому ваза, которая утром была полной, к следующему утру почти опустеет. В жаркий день большое дерево, например береза или платан, способно вытянуть из почвы до 500 л воды под действием корневого давления, проталкивающего воду вверх по ксилеме. Вся эта вода позднее испарится.

Р.С. В стеблях сельдерея строение ксилемы видно лучше, чем в тонких стеблях цветов. Отделите от пучка свежий стебель сельдерея, срежьте нижний конец стебля, поставьте сельдерей в вазу с подкрашенной водой. Оставьте его в вазе на несколько часов, затем выньте, вытрите и разрежьте. Вы увидите на срезе цветные точки — места всасывания воды в ксилему.



Пролитый свет

Почему пламя свечи, стоящей на вращающейся подставке, направлено к центру круга, а не к внешней стороне?

Впервые услышав об этом явлении, мы изумились. Но, попытавшись воспроизвести этот эксперимент в редакции *New Scientist*, потерпели неудачу. Когда зажженную свечу поставили на вращающуюся подставку, пламя потянулось



за свечой, описывая тот же, что и она, круг, — так, как оно тянулось бы за идущим со свечой в руках человеком. А потом кто-то предложил взять банку из-под варенья...

Что понадобится:

- свеча;
- вращающаяся подставка (например, проигрыватель для пластинок, установленный на 45 или 78 оборотов в минуту, если у вас старинный граммофон; но подойдет и гончарный круг, и вращающаяся доска для сыра);
- большая банка из-под варенья или другая емкость.

Если вы хотите продолжить эксперимент, приготовьте:

- автомобиль;
- воздушный шарик с гелием;
- ватерпас.

Что делать? Надежно укрепите свечу на вращающейся подставке. Подойдет прочное основание из пластилина, а еще лучше — тяжелый подсвечник с широким дном. Зажгите свечу. Накройте ее перевернутой банкой и приведите подставку в движение. Позаботьтесь о том, чтобы воздух проникал в банку, иначе свеча быстро погаснет из-за недостатка кислорода. Можно сочетать этот опыт с экспериментом «Воздушное пространство» (с. 114), поскольку для обоих требуется одно и то же оборудование.

Что можно наблюдать? Пламя не будет направлено в сторону от центра круга и не потянется за свечой, поскольку банка оберегает свечу от ветра. Пламя будет обращено в сторону центра вращающейся подставки.

Что происходит? Воздух в банке, по сути дела, вращается, как в центрифуге. Это означает, что пламя свечи направлено к центру подставки по тем же причинам, по которым

в нормальных условиях оно вытянуто вертикально: нагретый газ, составляющий пламя, имеет меньшую плотность, чем более холодный воздух, который его окружает. Таким образом, более плотный и прохладный воздух при вращении движется к краю подставки, а менее плотный газ пламени — к центру подставки, так как во вращающейся системе присутствует центробежная сила, которая действует на движущееся по кругу тело и направлена к центру вращения этого тела.



Мы склонны считать, что пламя образовано неким веществом, поскольку мы видим его, а окружающий его воздух «ни из чего не состоит», так как мы его не видим. Следовательно, мы интуитивно подозреваем, что при вращении подставки пламя будет направлено наружу, так же как был бы направлен лоскут ткани или клочок тонкой бумаги. Но ткань и бумага плотнее окружающего воздуха, а пламя имеет меньшую плотность. Поэтому видимое пламя направлено внутрь, к центру вращения, а невидимый воздух — наружу, вступая в явное противоречие с привычным нам толкованием увиденного.

Еще один, более простой способ понять, почему пламя свечи направлено к оси вращения, — рассмотреть другую подобную задачу. Когда мы ведем машину, внутри которой находится привязанный на нитке воздушный шарик, наполненный гелием, и резко тормозим, то натягиваем ремень безопасности, а воздушный шарик устремляется в заднюю часть салона. Дело в том, что воздух внутри машины обладает инерцией и продолжает вместе с вами двигаться вперед, а воздушный шар реагирует на торможение, направляясь в зону наименьшего давления, — туда, где плотность массы воздуха минимальна, т.е. в заднюю часть салона автомобиля. Подобно этому при ускорении привязанный за нитку шарик рванется вперед и при поворотах будет стремиться к оси поворота, точно так же, как пламя свечи направлено к оси вращения.



Пламени свечи, как и воздушному шарик, присуща легкость, его форма — результат сложного взаимодействия сгорающего возле фитиля воска и окружающего воздуха. Как и в случае с воздушным шаром, пламя отклонено в сторону наименьшего давления — в направлении оси вращения и центра вращающейся подставки. Аналогия прослеживается не только в этом: как и в случае с машиной, ускорение влияет на воздух, окружающий пламя свечи, который движется радиально относительно нее. В ответ пламя отклоняется к оси вращения.

Если вы предпримете попытку продолжить эксперимент, станет ясно, что водитель должен внимательно следить за дорогой и не пытаться резко тормозить, когда она скользкая, а опыт пассажиру следует проводить так, чтобы не отвлекать водителя. Для эксперимента выберите участок дороги, где нет другого автотранспорта и пешеходов, все находящиеся в машине должны быть пристегнуты ремнями безопасности.

Для последнего визуального тестирования этого феномена поставьте на вращающуюся подставку ватерпас, расположите его, как спицу велосипедного колеса, и приведите подставку в движение. Пузырек воздуха в ватерпасе отклонится к центру, а не к краю, поскольку спирт внутри плотнее пузырька воздуха, следовательно, пузырек отнесется к оси вращения.

P.S. Сью Энн Боулинг из Университета Аляски утверждает, что будь она по-настоящему придирчивой, то уточнила бы, что на ускорение менее плотного пламени свечи в большей степени влияет центробежная сила, действующая на воздух в банке. Согласно закону Ньютона для одной и той же силы произведение массы и ускорения одинаково. Следовательно, если масса уменьшается, ускорение должно расти. С технической точки зрения объяснение Сью Энн

является более точным, но нам, экспериментаторам-любителям, удобнее считать, что центробежная сила оказывает на плотный воздух более заметное воздействие, чем на менее плотное пламя.



Загляните на сайт журнала *New Scientist* по адресу:
www.newscientist.com/hamster

